MODULE N°12 : Mise en œuvre d'un processus de diagnostic dans son intégralité

RESUME DE COURS ET

GUIDE TRAVAUX PRATIQUES

TECHNICIEN SPECIALISE EN DIAGNOSTIC ET ELECTRONIQUE EMBARQUEE

Niveau Technicien Spécialisé

ELABORE PAR : Mustapha BAIJI (CDC REM)

Date : Décembre 2006

OBJECTIF DU MODULE

MODULE 12: Mise en œuvre d'un processus de diagnostic dans son intégralité

OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence, l'élève doit
Diagnostiquer l'état des systèmes intégrés du groupe motopropulseur selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.

CONDITIONS D'ÉVALUATION

• Travail individuel.
• À partir:
— de véhicules récents dont les systèmes ordinés sont intégrés;
— de mises en situation.
• À l'aide:
- de l'instrumentation appropriée, compte tenu des innovations technologiques;
- de la documentation technique du fabricant;
— d'appareils de levage.

CRITÈRES GÉNÉRAUX DE PERFORMANCE

• Respect des règles de santé, de sécurité et de protection de l'environnement.
• Respect des consignes de sécurité et de mise en garde.
• Utilisation pertinente de la documentation technique.
• Interprétation juste de l'information recherchée dans la documentation technique.
• Travail propre, ordonné et minutieux.
• Respect de l'éthique professionnelle.
• Utilisation précise du vocabulaire français.

OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT (suite)	
PRÉCISIONS SUR LE COMPORTEMENT ATTENDU	CRITÈRES PARTICULIERS DE PERFORMANCE
A- Recueillir de l'information au sujet de la plainte du client.	— Questions pertinentes pour cerner le problème. — Interprétation juste de l'information reçue. — Inspection visuelle pertinente.
B- Vérifier le fonctionnement de sondes à oxygène chauffées et non chauffées.	- Vérification conforme du fonctionnement et du temps de réaction des sondes. - Utilisation conforme d'un analyseur et d'un oscilloscope numérique. — Interprétation précise des résultats.
C- Relever les taux d'émission des gaz d'échappement.	— Respect des méthodes de vérification recommandées par le fabricant pour analyser la composition des gaz d'échappement. — Interprétation précise des résultats. — Relevé exact des résidus de la combustion.
D- Vérifier le fonctionnement de l'ensemble des systèmes intégrés et commandés par ordinateur	— Vérification conforme de la compression et de la dépression relative des cylindres. — Respect des méthodes de vérification recommandées par le fabricant. — Interprétation juste des résultats. — Localisation précise du problème.
E- Rechercher les causes d'anomalies intermittentes avec et sans codes d'anomalies	— Respect des méthodes de diagnostic associées à l'utilisation des codes d'anomalies. — Interprétation juste des résultats. — Localisation précise du problème. — Détermination juste de l'interférence de différentes causes d'anomalies.
F- Rechercher les causes d'anomalies relatives aux taux d'émission anormalement élevés,	— Respect des méthodes de diagnostic associées à l'utilisation des codes d'anomalies. — Interprétation juste des résultats. — Localisation précise du problème.
G- Informer la cliente ou le client sur le diagnostic établi.	— Justesse du diagnostic. - Recommandations pertinentes. — Justesse et qualité du compte rendu écrit.

SOMMAIRE

	Page
OBJECTIF DU MODULE	
PRESENTATION DU MODULE	
INTRODUCI1ON	
I- Stratégies de fonctionnement des APPAREILS de COMMANDES	
1. Capteurs	
1.1. Capteur inductif	
1.2. Capteur à effet Hall	
1.3. Capteur de température	
1.4. Capteur de pression	
1.5. Sonde d'oxygène (sonde lambda)	
1.6. Potentiomètre	
2. Appareil de commande électronique	
2.1. Convertisseur analogique/numérique (AIN)	
2.2. Conformateur d'impulsions (Cl)	
2.3 Régulateur de tension	
3. Actuateurs (Actionneurs)	
4- Gestion des Paramètres moteurs	
4-1 phases spécifiques de fonctionnement du moteur	
4-2 AIDE AU DIAGNOSTIC D'UN VEHICULE AUTOMOBILE	
a - Identification	
b - Historique	
c - Lecture défaut	
d - Variable associées	
e - Effacement des défauts	
f - Mesures paramètres	
g - Tests actionneurs	
II- L'O.B.D. ou le diagnostic embarqué.	
1- Les éléments essentiels devant être contrôlés par l'OBD.	
2- Fonctionnement du système.	
2-1 Condition de diagnostic	
2-2 Stratégies du diagnostic O.B.D.	
2-3 Exemple de diagnostic O.B.D. « sonde oxygène amont »	
2-4 Déclaration des pannes O.B.D.	
2-5 Effacement des pannes OBD	
2-6 Connecteur et voyant	
2-7 Les nouvelles solutions	
2-7-1 Moteurs essence	
2-7-2 Moteurs Diesel à préchambre	
2-7-3 Amélioration du fonctionnement du pot catalytique	

2-8 LES DEFAUTS FONCTIONNELS DETECTES
3- ÉVOLUTION DES SYSTÈMES DE DIAGNOSTIC EMBARQUÉS
3-1 PREMIÈRES GÉNÉRATIONS DE SYSTÈMES DE DIAGNOSTIC
3-2 CONTRÔLE DES SYSTÈMES ET USURE DES COMPOSANTS
III- DEMARCHE DE RÉSOLUTION DE PROBLÈMES
1- PROCESSUS DE RÉSOLUTION DE PROBLÈMES
1-1 CONFIRMATION DE LA PLAINTE
1-2 VÉRIFICATIONS PRÉLIMINAIRES
1-3 DIAGNOSTIC DU PROBLÈME
1-4 RÉPARATION
1-5 CONFIRMATION DE LA RÉPARATION

IV- Diagnostic et mesures correctives des défauts
1. Procédure du dépistage des erreurs
2. Manutention des systèmes électroniques
3. Contrôles de composants de différents relais
3-1 Relais—Mini ISO
4- Mesure des capteurs et actuateurs
4- 1. Contrôler le potentiomètre de papillon des gaz à
4-2. Contrôler le capteur de position et de vitesse
4-3 Contrôler le signal d'injection
5- VÉRIFICATION DU MOTEUR
5-1 GAZ D'ÉCHAPPEMENT
5-2 CONTRÔLE DE LA COMPRESSION
5-3 VÉRIFICATION DES SYSTÈMES ANTIPOLLUTION
5-3-1 SYSTÈME D'INJECTION D'AIR
5-3-2 CONVERTISSEUR CATALYFIQUE
5-3-3 SOUPAPE DE RECYCLAGE DES GAZ DU CARTER
5.3-4 VÉ1UFICATI0N DE LA SONDE D'OXYGÈNE

TRAVAUX PRATIQUES

TP N °1 : Utilisation d'un appareil de diagnostic pour l'enregistrement de données
TP N °2 : Utilisation d'un analyseur pour la lecture des données instantanées
TP N °3 : Exécution de contrôles préliminaires
TP N °4: Diagnostic d'une anomalie accompagnée d'un code permanent-système OBD I
TP N °5: Diagnostic d'une anomalie accompagnée d'un code permanent–système OBD II
TP N °6 : Diagnostic d'une anomalie intermittente accompagnée d'un code du systèmeOBD II
TP N °7 : Contrôle de la compression statique à l'aide d'un compressiomètre.
TP N °8 : Contrôle de là compression dynamique à l'aide d'un compressiomètre.
TP N° 9 : Processus de résolution de problème
TP N°10 : Diagnostic d'un système d'injection essence et relevé du signal des injecteurs

PRESENTATION DU MODULE

Le module 12 constitue un module de synthèse portant sur le diagnostic de l'état des systèmes intégrés du groupe moteur. Le stagiaire aura donc l'occasion de vérifier s'il maîtrise les connaissances nécessaires à la réalisation de cette tâche. Comme vous le savez, si les systèmes de diagnostic embarqué facilitent le travail de diagnostic, il reste que le mécanicien doit comprendre le fonctionnement des systèmes du véhicule s'il veut interpréter correctement les données mémo risées par le micro-ordinateur.

Dans le premier chapitre, vous vous pencherez sur un processus de résolution de problèmes. Vous pourrez y constater l'importance de l'adoption d'une démarche de diagnostic systématique et logique pour parvenir à interpréter correctement les données fournies par l'analyseur et résoudre un problème.

Dans le deuxième chapitre, vous reverrez quelques procédures de vérification importantes du moteur et des systèmes antipollution. En effet, les données mémorisées par le micro-ordinateur orientent les recherches du mécanicien, mais elles n'éliminent pas la nécessité de procéder à d'autres vérifications. Vous verrez également que les données fournies par l'analyseur de gaz d'échappement permettent de diagnostiquer différents problèmes touchant l'un ou l'autre des systèmes du véhicule.

Le troisième chapitre porte sur la vérification des capteurs et des actionneurs à l'aide du multimètre et de l'oscilloscope. Comme vous le verrez, le recours à l'oscilloscope permet de déceler des problèmes qui passent inaperçus lorsqu'on utilise un analyseur ou un multimètre.

Enfin, dans le quatrième chapitre, vous réaliserez une activité de synthèse qui vous permettra de vérifier votre habileté à diagnostiquer rapidement et précisément un problème touchant un élément des systèmes intégrés du groupe motopropulseur.

RESUME DE COURS

INTRODUCI1ON

Un client se présente au conseiller technique d'un atelier de réparation. Il formule sa plainte comme suit: «Mon moteur cale de temps en temps. » Le conseiller inscrit, sur le bon de réparation, « moteur étouffe ». Le mécanicien commence par une mise au point. Il exécute un essai de route et tout semble bien fonctionner.

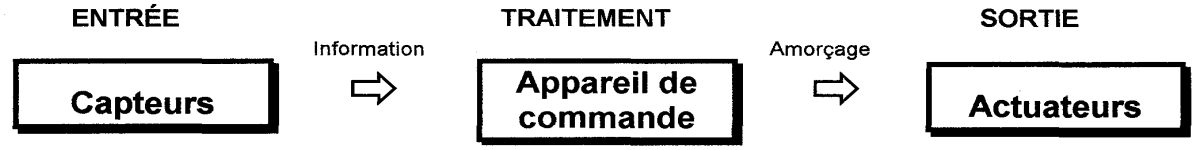
Le client revient à l'atelier une semaine plus tard, se plaignant que le problème persiste. Le mécanicien exécute d'autres vérifications. Il ne trouve rien. Il suggère alors au client de remplacer le module d'allumage, prétextant qu'il a déjà réglé un problème similaire de cette façon.

Le client revient à nouveau. Le mécanicien demande à parler au client, qui lui précise alors que le problème ne survient qu'après qu'il a conduit un certain temps sur l'autoroute. Après avoir effectué un nouvel essai de route et enregistré les données, le mécanicien découvre enfin que le problème provient du circuit du convertisseur de couple; celui-ci reste engagé lorsqu'il est chaud.

Des erreurs de ce genre se produisent tous les jours. Pour les éviter, le mécanicien doit utiliser tous les outils à sa disposition. Il doit aussi procéder de façon méthodique. Il en va de la réputation de l'atelier et de la fidélité des clients.

I- STRATEGIES DE FONCTIONNEMENT DES APPAREILS DE COMMANDES

Tous les systèmes électroniques ont en commun qu'ils fonctionnent selon le principe ETS (Entrée, Traitement, Sortie) du traitement de l'information.



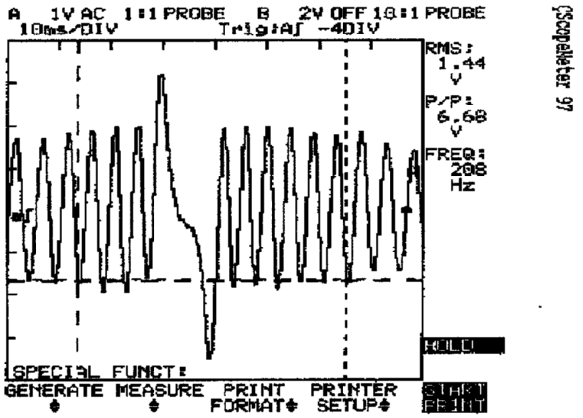
Les organes d'entrées sont les capteurs qu'on appelle aussi générateurs de signaux, sondes o transducteurs de mesure.
Le traitement de signaux électriques est réalisé à l'aide d'une centrale de commande qui prend les décisions à l'aide des programmes et amorce les actuateurs.
La sortie comprend les actuateurs (actionneurs) qui transforment les instructions de l'appareil de commande pour agir sur le système.
Selon l'utilisation, les capteurs et actuateurs peuvent fonctionner de façon analogique, binaire ou numérique.

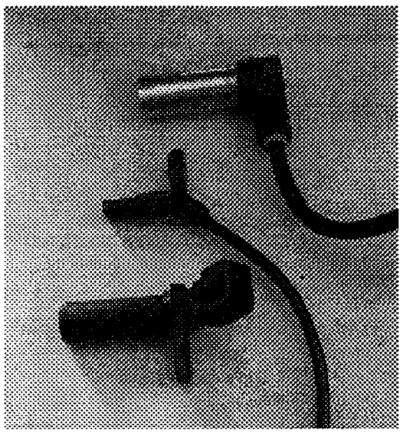
1. Capteurs

Les capteurs sont utilisés notamment dans les trois domaines suivants:
• Sécurité (p.ex. système ESP, système ABS et airbag)
• Groupe motopropulseur (p.ex. sonde lambda, capteur d'arbre à cames et capteurs de cliquetis)
• Confort (p.ex. capteur de pluie, capteur pour le système de conditionnement d'air et récepteur de télécommande de portes)
On distingue les capteurs actifs des capteurs passifs selon leur fonctionnement lors de la transformation des variables non-électriques en variables électriques.
Dans ce qui suit quelques capteurs importants pour la commande et le réglage du moteur sont décrits :

1.1. Capteur inductif

Pour la saisie de mouvements (vitesses de rotation, rotations de vilebrequin, etc.) et de positions (position de vilebrequin) on utilise par exemple des capteurs qui fonctionnent selon le principe d'induction (dénommés aussi capteurs inductifs). Le principe physique concernant la production d'une tension inductive repose sur la variation avec le temps du champ magnétique. Par exemple, le capteur de régime balaye les dents de la couronne du volant moteur et fournit une impulsion de sortie par dent.

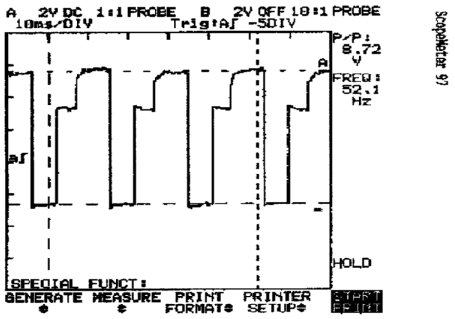


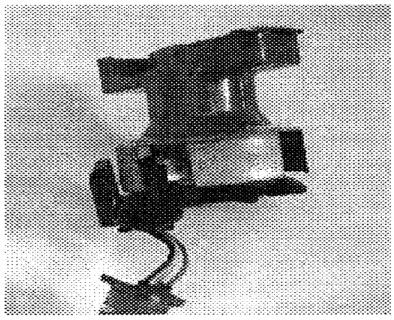


L'image ci-dessus représente l'allure du signal d'un capteur de position de vilebrequin à la vitesse de rotation du démarreur.

1.2. Capteur à effet Hall

est également possible de déterminer des vitesses de rotation (capteur de vitesse de rotation, capteur de vitesse du véhicule) et des positions (point d'allumage) à l'aide d'un capteur à effet Hall. Dans la sonde à effet Hall, une tension UH (tension de Hall) proportionnelle à la densité de champ magnétique B est crée. Un écran rotatif permet de modifier le champ magnétique en phase avec la vitesse de rotation de l'allumeur et il est ainsi possible de créer un signal de tension variant avec le champ magnétique B.
La tension UH mesurée sur le générateur Hall est de quelques millivolts et doit être amplifiée à l'aide d'un circuit intégré Hall et transformée en signal de tension rectangulaire (signal binaire).

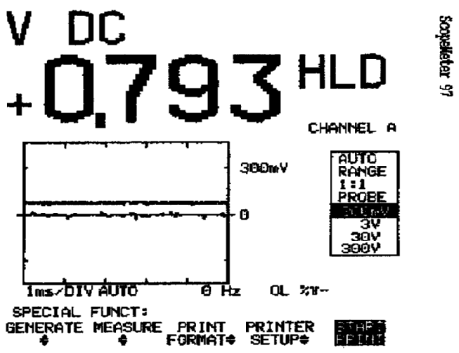


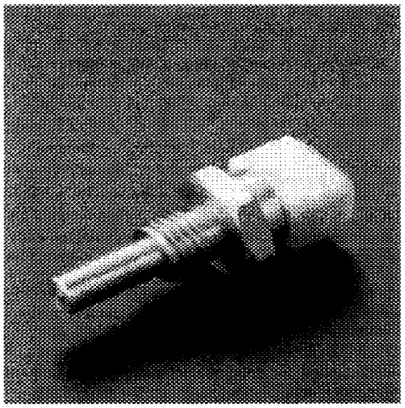


L'image ci-dessus représente l'allure du signal d'un capteur à effet Hall dans le distributeur d'allumage au ralenti.

1.3. Capteur de température

Les mesures de température du moteur et de l'air aspiré fournissent à l'appareil de commande électronique des données importantes relatives aux phases de charge du moteur. Les capteurs de température mesurent électroniquement la température à partir des modifications de résistances au moyen de résistances NTC ou de résistances PTC. La plupart du temps des résistances NTC sont utilisées. L'abréviation NTC signifie Coefficient de Température Négatif: en cas d'une augmentation de température la valeur de la résistance diminue.
L'abréviation PTC signifie Coefficient de Température Positif: en cas d'une augmentation de température la valeur de la résistance augmente.
Les valeurs de résistance correspondantes aux valeurs de températures sont transmises à l'appareil de commande sous forme d'un signal de tension.



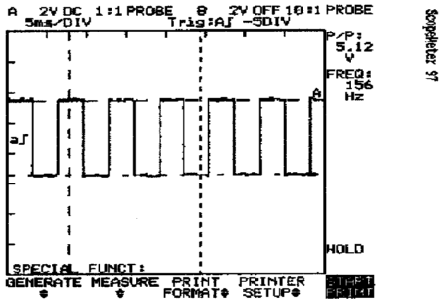


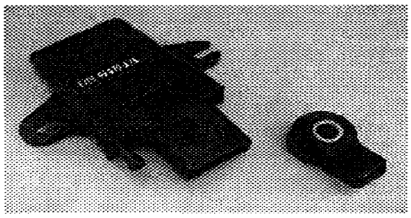
L'image ci-dessus représente le signal de tension d'un capteur de température de liquide de refroidissement pour une température de 80°C.

1.4. Capteur de pression

Pour la mesure des pressions absolues ou bien relatives on utilise des capteurs piézoélectriques. Ces derniers créent une tension électrique lorsqu'ils sont soumis à une pression.

Dans le domaine du moteur ces capteurs piézoélectriques sont utilisés comme capteurs de cliquetis et comme capteurs de pression dans le collecteur d'admission p. ex. dans des installations d'injection, et signalent l'état de charge du moteur à l'appareil de commande.



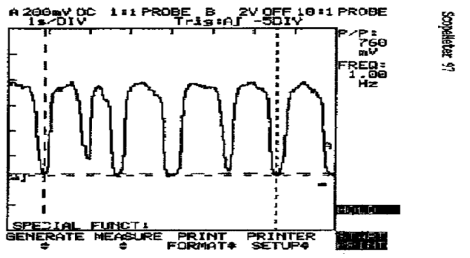


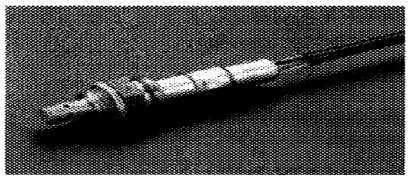
L'image ci-dessus représente le signal d'un capteur de dépression, dont la fréquence se modifie selon la pression du collecteur d'admission.

1.5. Sonde d'oxygène (sonde lambda)

Pour qu'on puisse respecter le plus exactement possible une valeur lambda de X = 1,00 pour le traitement des gaz toxiques dans le catalyseur, le système d'échappement est pourvu d'une sonde lambda. Le capteur se compose d'une pièce creuse spéciale qui est fermée d'un côté et dont la partie intérieure est connectée avec l'air extérieur, tandis que la paroi extérieure est en contact avec les gaz d'échappement chauds.

S'il y a de l'oxygène dans les gaz d'échappement, la sonde réagit en créant un signal de tension U La tension varie suivant la richesse du mélange. La tension est transmise à l'appareil de commande et à partir de là, le mélange air/carburant est mis à X = 1,00 par l'intermédiaire du circuit de réglage X.

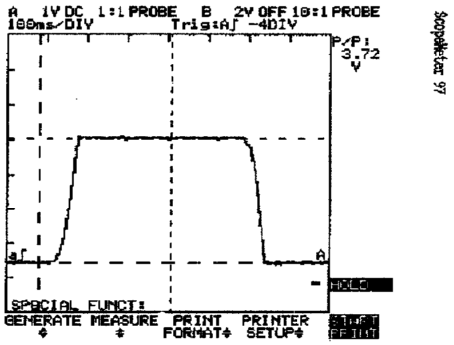


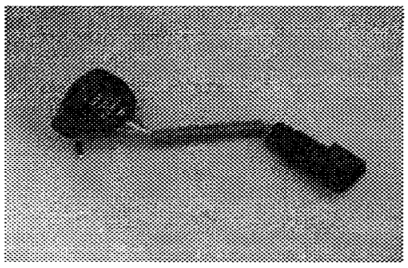


L'image ci-dessus représente le signal d'une sonde lambda au régime de ralenti.

1.6. Potentiomètre

Pour la détermination de la position du papillon des gaz, de la pédale de l'accélérateur etc. on utilise des capteurs potentiométriques, c'est-à-dire des capteurs qui modifient leur résistance effective. Pour la position du papillon des gaz, le balai d'un potentiomètre est actionné de façon proportionnelle à la position du papillon des gaz de sorte qu'une chute de tension correspondante se produit et est transmise à l'appareil de commande.

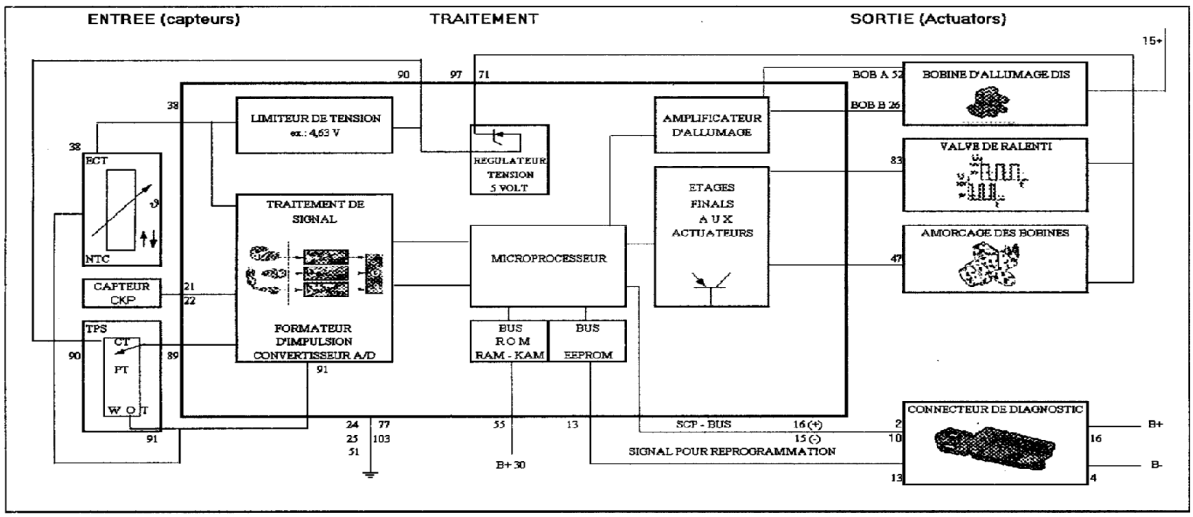




L'image ci-dessus représente le signal d'un capteur de papillon des gaz lors d'une accélération suivie d'une décélération.

2. Appareil de commande électronique

Etant donné que le microprocesseur dans l'appareil de commande connaît seulement les états «AC TIVÉ» et «NON ACTIVE» ou «1» et «O» (système binaire), les circuits d'entrée doivent d'abord transformer les signaux analogiques envoyés par les capteurs, correspondant par exemple à la vitesse de rotation, la température, la position angulaire etc., en cette forme binaire.



Appareil de commande de réglage du moteur EEC V de Forc

2.1. Convertisseur analogique/numérique (AIN)

Les convertisseurs analogiques/ numériques transforment des signaux de tension en signaux numériques. Voici quelques exemples des signaux d'entrée:

• Sonde de température
• Débitmètre d'air
• Potentiomètre de papillon des gaz

2.2. Conformateur d'impulsions (Cl)

Les conformateurs d'impulsions transforment des signaux d'entrées variant périodiquement en signaux rectangulaires.

Voici quelques exemples de signaux d'entrée qui sont traités par un conformateur d'impulsions:

• Capteur de vitesse
• Sonde lambda

2.3. Régulateur de tension

Pour éviter les problèmes liés à une fluctuation de la tension de la batterie, l'appareil de commande alimente certains capteurs avec une tension stabilisée de 5 volts (tension de référence). En outre, le retour de masse à l'appareil de commande est souvent une indépendante de la masse du véhicule à cause des sources des parasites existant sur celle-ci.

2.4. Microprocesseur (Unité centrale)

Le microprocesseur (CPU = Central Processing Unit = Unité centrale) reçoit des instructions de la mémoire de programme (mémoire ROM) et exécute ces instructions. Les tâches de l'unité centrale sont les suivantes:

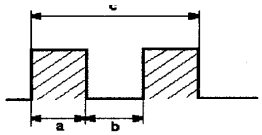
• Lire les valeurs fournies par les capteurs dans la mémoire vive (RAM).
• Identifier les états de fonctionnement en relation avec ces valeurs
• Reprendre de la mémoire de programme (ROM) les valeurs de la cartographie pour ces états de fonctionnement
• Relier les valeurs mesurées et les valeurs de la cartographie en respectant les règles de calcul déposées dans la mémoire de programme.
• Calculer des signaux d'actionneurs à partir des valeurs intermédiaires et des valeurs mesurées

• Transmettre les signaux d'actionneurs aux modules d'entrées et de sorties (I/O = ln/Out)
Les signaux qui sont transmis par l'unité centrale (CPU) sont trop faibles pour activer les actionneurs.
Pour cette raison les signaux sont amplifiés dans les étages de sortie.
Voilà quelques exemples des actionneurs qui sont amorcés par des étages de puissance finals:
• Injecteurs
• Actuateur de ralenti
• Bobine d'allumage
• Pompe à carburant
Au cours des dernières années on a réussi à construire des appareils de commande de plus en plus petits, plus résistants et plus puissants grâce au développement des techniques nouvelles.

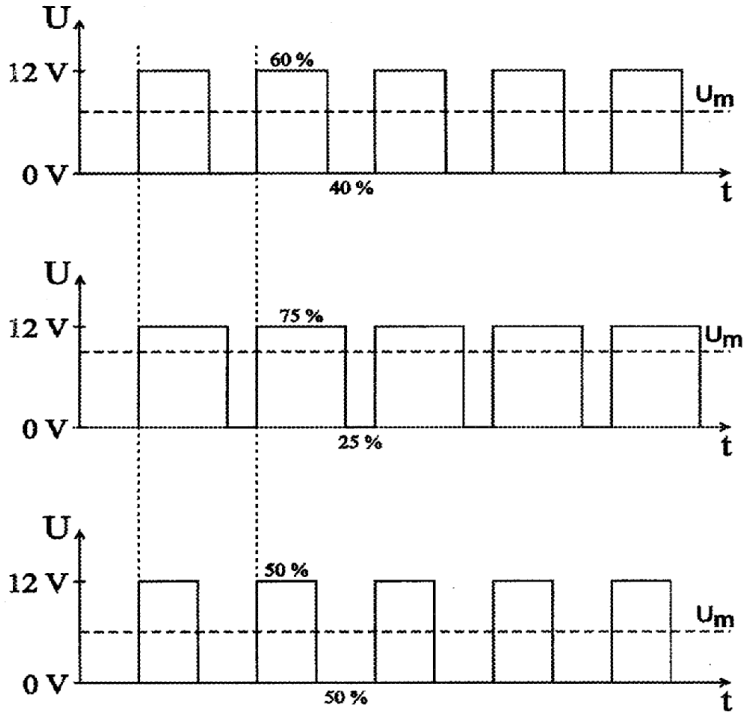
3. Actuateurs (Actionneurs)

Les systèmes du véhicule sont commandés, commutés et réglés par des actuateurs dénommés de façon imagée les «muscles de la microélectronique». Ces derniers transforment les instructions électriques- numériques ou analogiques de l'appareil de commande en énergie mécanique (force x déplacement).
La transformation de l'énergie est réalisée par moteur, de façon pneumatique, hydraulique, magnétique ou optique.
Pour le positionnement on utilise de préférence des moteurs à courant continu et des moteurs pas à pas commandés de façon électronique.
Dans la plupart des cas les actionneurs sont des électro-aimants qui sont continuellement alimentés du côté positif (12 volts). L'appareil de commande intervient du côté de la masse et connecte le fil de commande de l'actuateur avec la masse.
Etant donné que les ordinateurs peuvent seulement fonctionner en mode binaire (ON/OFF), les actuateurs dont la commande doit être progressive sont successivement connectés et déconnectés plu. sieurs fois par seconde, ce qui permet par exemple une ouverture partielle d'une vanne de ralenti Grâce à une modification de la durée de mise en circuit, dénommée aussi largeur d'impulsion, il es possible de faire varier l'ouverture de la vanne. Cette méthode de commande s'appelle modulation de largeur d'impulsions.
La modulation de largeur d'impulsion (duty-cycle) représente une méthode simple pour permettre l'ordinateur de moduler une commande. En effet, la tension moyenne varie en fonction de la largeur de l'impulsion haute (durée de mise en circuit).

a = Impulsion en largeur supérieure
b = Impulsion en largeur inférieure
c = Période



Les figures suivantes représentent un signal électrique ayant toujours la même fréquence mais dont l tension est connectée et déconnectée.

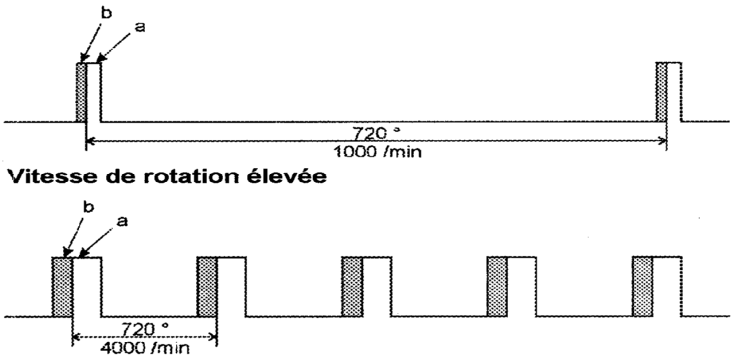


Ici l'impulsion haute s'élève à 60% et l'impulsion basse à 40%. Le pourcentage de la durée de fonctionnement correspond à un taux d'impulsion de 60%. Par conséquent, la tension moyenne s'élève à 60% de 12 V, soit 7,2 V.

Ici l'impulsion haute s'élève à 75% et l'impulsion basse à 25%. Le pourcentage de la durée de fonctionnement correspond à un taux d'impulsion de 75%. Par conséquent, la tension moyenne s'élève à 75% de 12 V, soit V.

Ici l'impulsion haute s'élève à 50% et l'impulsion basse à 50%. Le pourcentage de la durée de fonctionnement correspond à un taux d'impulsions de 50%. Par conséquent, la tension moyenne s'élève à 50% de 12 V, soit V.

Dans le cas d'un injecteur, la durée d'injection et donc la quantité d'injection est modifiée, toutefois l sera entièrement ouvert ou fermé et non pas comme décrit ci-dessus tenu dans une certaine position avec une tension moyenne. De plus la fréquence varie aussi à cause des vitesses de rotation différentes.
Vitesse de rotation basse



a = Réglage de base dépendant de charge
b = Impulsion d'injection prolongée

Le temps d'injection est augmenté grâce à une prolongation du signal d'injection.

4- GESTION DES PARAMETRES MOTEURS

Les calculateurs de grestion moteur ont été développé pour gérer les fonctions suivantes :

Calcul du temps d'injection, du phasage et commande des injecteurs en fonction des paramètres suivants :

- volonté du conducteur (capteur position pédale et/ou potentiomètre papillon, régulation de vitesse, contrôle dynamique de stabilité),
- état thermique du moteur (capteur température eau moteur),

- masse d'air absorbée (capteur température air admission, capteur pression air admission et capteur régime moteur),
- conditions de fonctionnement moteur: démarrage, ralenti, stabilisé, régimes transitoires, coupure d'injection et régime de réattelage (papillon motorisé, moteur pas à pas, capteur régime moteur, information vitesse),
- régulation de la richesse (sondes à oxygène)
- purge du circuit canister (électrovanne purge canister),
- pression d'admission (capteur pression air admission),
- tension batterie (batterie),
- détection de cliquetis (capteur de cliquetis),
- positionnement cylindre n°1 (Détection de phase intégrée à l'allumage).

Calcul de l'avance et commande de l'allumage en fonction des paramètres suivants :

- régime et position moteur (capteur régime moteur),
- pression d'admission (capteur pression tubulure d'admission),
- détection de cliquetis (capteur de cliquetis),
- état compresseur de climatisation (information calculateur climatisation ou boîtier servitude intelligent ou pressostat),
- état thermique du moteur (capteur température eau moteur),
- information vitesse véhicule (capteur de vitesse véhicule ou calculateur antiblocage de roues ou calculateur contrôle dynamique de stabilité),
- masse d'air absorbée (capteur température air admission, capteur pression air admission et capteur régime moteur),
- tension batterie.

Gestion des fonctions internes suivantes :

- régulation du ralenti (moteur pas à pas ou papillon motorisé),
- stabilité du régime moteur au ralenti et hors ralenti,
- alimentation de carburant (pompe à carburant),
- alimentation de ses capteurs,

- réchauffage des sondes à oxygène,
- purge du canister (électrovanne purge canister),
- limitation du régime moteur maximum par coupure de l'injection,
- compensation de couple en butée de direction assistée (manocontact liquide assistance de direction),
- fower latch (maintient de l'alimentation du calculateur après coupure du contact),
- Injection d'air à l'échappement,
- Autodiagnostic.

Gestion des fonctions externes suivantes :

- information régime moteur,
- information température eau moteur,
- information alerte température eau moteur,
- information consommation de carburant,
- voyant de diagnostic,
- réserve minimum de carburant,
- dialogue avec les outils de diagnostic Après-vente et outils réglementaire,
- dialogue avec les autres calculateurs (Boîte de vitesse automatique, boîtier de servitude intelligent, antiblocage de roues, …..),
- régulation de la vitesse véhicule (contacteurs de sécurité embrayage et freins),
- refroidissement du moteur (commande du ou des GMV),
- antidémarrage du moteur (antidémarrage électronique),
- autorisation enclenchement du compresseur de climatisation (stratégies internes).

4-1 PHASES SPECIFIQUES DE FONCTIONNEMENT DU MOTEUR

Phase démarrage

A la mise du +CC, le calculateur pilote la pompe à carburant par l'intermédiaire du relais double durant 1 à 3 secondes, s' il n'apparaît pas de rotation moteur.

Dès que le régime moteur dépasse les 20 Tr/mn, alors la pompe à carburant est alimentée en permanente.

Pour permettre le démarrage le calculateur à besoin de connaître la position exacte du moteur pour repérer le cylindre en phase de compression.

Correction en phase démarrage

Le calculateur commande, via les injecteurs, un débit périodique constant pendant l'action du démarreur.

La quantité d'essence injectée en mode asynchrone (non phasé avec le PMH) ne dépend que des éléments suivants :

- température du liquide de refroidissement,
- pression atmosphérique.

Le moteur, une fois démarré (le moteur est considéré comme démarré à partir d'un régime de rotation défini en calibration) reçoit une quantité injectée en mode synchrone (phasé avec le PMH).

Cette quantité injectée varie en permanence avec :

- l'évolution thermique du moteur,
- la pression régnant dans la tubulure d'admission,
- le régime moteur.

Fonctionnement en régimes transitoires

En régimes transitoires (accélération/décélération), le calcul du temps d'injection est corrigé en fonction des variations (en vitesse et en amplitude), des informations suivantes :

- régime moteur (capteur régime moteur),
- volonté du conducteur (capteur position pédale accélérateur ou potentiomètre papillon,régulation de vitesse),
- information position du papillon des gaz (boîtier papillon motorisé ou potentiomètre papillon),
- pression d'admission (capteur pression air d'admission),
- température d'eau moteur (capteur eau moteur),
- température d'air admission (capteur air admission).

Coupure en décélération

Lors de la décélération du moteur (et à partir d'un certain régime), lorsque le papillon des gaz est fermé (position pied levé), le calculateur coupe l'injection afin de :

- diminuer la consommation,

- minimiser la pollution,
- éviter la montée en température du catalyseur.

Réattelage

Le réattelage correspond à la reprise de l'injection (après une coupure en décélération).

Le régime de réattelage est défini à un régime supérieur à la consigne de régime de ralenti.

La définition de ce régime permet d'éviter le calage moteur dû à son inertie lors de la décélération.

Agrément de conduite

Le calculateur détecte et réduit les à-coups moteur, améliore la stabilité du régime moteur et du ralenti par l'acquisition d'informations données par :

- le capteur de butée de direction assistée,
- le capteur de vitesse véhicule,
- l'état de charge alternateur,
- l'état de fonctionnement du compresseur d'air conditionné ,
- le taux de puissance prélevé par le Groupe motoventilateur,
- changement de rapport de boite de vitesses,
- décélération, ou appui sur la pédale de freins,
- le calculateur de contrôle dynamique de stabilité (par le réseau CAN, suivant véhicule),
- le contacteur de frein (inhibition de la régulation de vitesse véhicule).

POWER LATCH (maintient de l'alimentation du calculateur après coupure du contact)

Cette fonction permet au calculateur de gérer les paramètres suivants :

- refroidissement moteur,
- sauvegarde des adaptatifs et de la mémoire de défaut.

A la coupure du contact, le calculateur maintient l'alimentation du relais double multifonction durant un minimum de 15 secondes.

Ce temps peut varier suivant la température d'eau moteur.

La phase de Power Latch permet de sauvegarder des nouveaux paramètres d'apprentissage effectués depuis la dernière coupure du contact.

A la fin de la séquence de Power Latch, le calculateur n'est plus alimenté.

4-2 AIDE AU DIAGNOSTIC D'UN VEHICULE AUTOMOBILE

Le Diagnostic à l'aide d'un appareil approprié permet la réalisation des fonctions suivantes :

- IDENTIFICATION,
- HISTORIQUE,
- LECTURE DEFAUT,
- EFFACEMENT DEFAUTS,
- MESURES PARAMETRES,
- TEST ACTIONNEURS,
- INITIALISATION DES AUTOADAPTATIFS,
- TELECODAGE,
- TELECHARGEMENT.

Ces services de diagnostic apportent une aide au réparateur lors d'une panne sur un des éléments du système d'injection.

a - IDENTIFICATION

Le menu permet de visualiser :

— la référence PSA du calculateur,

— la référence PSA du logiciel,

— l'indice d'évolution.

Ces informations sont disponibles contact mis, moteur à l'arrêt ou moteur tournant.

b - HISTORIQUE

Le menu "historique" permet de garder une trace des interventions réalisées sur le calculateur.

Ces informations sont sauvegardées dans des zones après-vente, elles sont aux nombres de 50.

Chaque zone après-vente est renseignée lors de la demande d'effacement des défauts.

Les informations disponibles dans une zone après-vente sont les suivantes :

— la date de l'intervention,

— le kilométrage du véhicule,

— l'outil d'intervention :

- outil réglementaire SCANTOOL,
- outil de diagnostic constructeur (effacement type SCANTOOL),
- outil diagnostic constructeur.

— le lieu de l'intervention (correspond au code concessionnaire pour le réseau Peugeot).

c - LECTURE DEFAUT

Cette fonction permet de visualiser tous les défauts détectables par le calculateur.

Accès aux codes défauts EOBD

L'accès aux codes défauts mémorisés est ouvert à tout professionnel équipé d'un outil de diagnostic normalisé appelé SCANTOOL dont le calculateur permet le dialogue.

L'accès aux modes de diagnostic est le suivant :

— mode 01: Lecture du nombre de codes défauts, et du régime moteur (dynamique),

— mode 02: Lecture des contextes associées,

— mode 03: Lecture des codes défauts,

— mode 04: Effacement des codes défauts.

d - VARIABLE ASSOCIEES

Ce service permet de mémoriser certains paramètres lors de l'apparition d'un défaut.

Ces informations permettent de connaître dans quelles conditions le défaut est apparu.

Liste des variables associées :

— régime,
— température d'eau,
— vitesse véhicule,
— pression collecteur,
— état régulation richesse.

Pour l'état régulation richesse, 5 états peuvent se présenter :

— boucle ouverte 1 : Boucle ouverte, les conditions de passage en boucle fermée ne sont pas encore satisfaites,
— boucle fermée 1 : Boucle fermée, fonctionnement,
— boucle ouverte 2 : Boucle ouverte due aux conditions de roulage (enrichissement en pleine charge, appauvrissement en décélération),
— boucle fermée 2 : Boucle fermée, défaillance au niveau d'une sonde à oxygène,
— boucle ouverte 3 : Boucle ouverte due à la défaillance du système.

e - EFFACEMENT DES DEFAUTS

Cette fonction permet d'effacer tous les défauts fugitifs mémorisés par le calculateur.

Avant d'effectuer l'effacement des défauts il est nécessaire de renseigner une zone après-vente.

Cette signature est du même type que celle qui est stockée dans la zone d'identification du calculateur lors d'un téléchargement.

Ces informations sont visualisables à l'aide de l'outil de diagnostic dans l'item "Historique".

Ces zones après-vente sont aux nombres de 50, au delà l'effacement des défauts est toujours possible.

L'effacement des défauts peut se faire sans l'aide de l'outil de diagnostic, le calculateur peut supprimer automatiquement de sa mémoire tous défaut fugitif si il n'est pas réapparu après 40 cycles d'échauffement.

Un "cycle d'échauffement" est une durée de fonctionnement du véhicule suffisante pour que la température moteur augmente au moins de 22°C à partir du démarrage moteur, et atteigne une température minimale de 70°C.

f - MESURES PARAMETRES

Ces paramètres permettent d'analyser le fonctionnement du moteur et apportent une aide complémentaire pour affiner la recherche de panne.

Composition des MENUS

INJECTION	ALLUMAGE	RICHESSE
Régime moteur	Régime moteur	Régime moteur
Tension batterie	Tension batterie	Tension batterie
Couple moteur	Couple moteur	Température d'eau
Temps d'injection	Temps d'injection	Temps d'injection
Coupure injection	Coupure injection	Coupure injection
Etat papillon	Etat papillon	Etat papillon
Angle papillon	Avance à l'allumage	Etat électrovanne purge canister
Tension papillon	Temps charge :Bobine d'allumage cyl 1/4	Rapport cyclique ouverture électrovanne purge canister
Température d'eau	Temps charge :Bobine d'allumage cyl 2/3	Etat sonde oxygène amont
Température d'air	Température d'eau	Etat sonde oxygène aval
Pression collecteur	Température d'air	Etat régulation richesse amont catalyseur
Moteur pas à pas (M7.4.4)		Etat régulation richesse aval catalyseur
Etat électrovanne purge canister		
Commande relais double		

CAPTEURS	ROULAGE	ETAT CALCULATEUR
Régime moteur	Régime moteur	Etat calculateur
Tension batterie	Tension batterie	Etat de la programmation antidémarrage codé
Couple moteur	Avance à l'allumage	
Etat papillon	Couple moteur	

Angle papillon	Temps d'injection
Tension papillon	Coupure injection
Température d'eau	Etat papillon
Température d'air	Température d'eau
Pression collecteur	Température d'air
Moteur pas à pas (M7.4.4)	Pression collecteur
Etat électrovanne purge canister	Etat électrovanne purge canister
Rapport cyclique ouverture électrovanne purge canister	Autorisation climatisation
Autorisation climatisation	Entrée demande climatisation
Entrée demande climatisation	Commande petite vitesse groupe motoventilateur
Commande petite vitesse groupe motoventilateur	Commande petite vitesse groupe motoventilateur
Commande petite vitesse groupe motoventilateur	Commande groupe motoventilateur (hacheur)
Commande groupe motoventilateur (hacheur)	Vitesse véhicule
Rapport de boite de vitesses	Rapport de boite de vitesses

g - TESTS ACTIONNEURS

Le calculateur permet d'activer certains composants suivant un mode bien déterminé.

Ces tests ne peuvent se réaliser que dans les conditions suivantes :

— contact mis,

— calculateur déverrouillé,

— moteur à l'arrêt,

— véhicule à l'arrêt.

Ces activations permettent :

— de contrôler rapidement le fonctionnement électrique et mécanique des composants,

— de localiser les composants,

— de parfaire une formation.

Tableau d'activations

COMPOSANTS	ACTIVATION	DUREE
Bobines 1/4 et 2/3	Toutes les secondes (Tps charge I max)	10 s
Injecteurs 1 à 4	Toutes les secondes pendant 1 ms	10 s
Relais double (relais pompe à carburant)	Alimentation permanente	10 s

Relais pompe à air	Alimentation permanente	10 s *
Commande climatisation	Toutes les secondes pendant 5 ms	10 s ***
Compte tours	3000 tr/min durant 1s et 0 tr/min durant 1s	20 s ***
Moteur pas à pas (M7.4.4)	Toutes les 2 s consigne mini puis maxi	10 s
Groupe motoventilateur petite vitesse	Alimentation permanente	20 s
Groupe motoventilateur grande vitesse	Petite vitesse durant 5 s et grande vitesse durant 20 s	25 s
Groupe motoventilateur hacheur	Vitesse croissante 0 à Vmax (25 s) et Vmax (10 s)	35 s **
Electrovanne purge canister	Fréquence 15 Hz	10 s
Voyant diagnostic	Fréquence 0,5 Hz	20 s ***
Voyant d'alerte température eau moteur	Fréquence 0,5 Hz	20 s ***

* Spécifique dépollution IfL5

** Suivant véhicule

*** Non disponible avec BSI multiplexé

II- **L'O.B.D. OU LE DIAGNOSTIC EMBARQUE.**

Introduction

L'OBD est un système électronique, qui devra équiper tous les nouveaux véhicules.
L'objectif de ce système est d'informer le conducteur d'un dysfonctionnement de son véhicule entraînant l'émission de polluants, au moyen d'un témoin lumineux placé sur le tableau de

bord. Lorsque le témoin s'allume, le conducteur doit emmener son véhicule chez un réparateur.
L'OBD fait partie intégrante du système de gestion électronique du moteur (calculateur essence ou diesel), c'est une nouvelle fonction du calculateur de gestion électronique. Il enregistre et analyse les données reçues par les différents capteurs et actionneurs (sonde lambda, débitmètre d'air, EGR,...) ayant une relation avec les émissions polluantes du véhicule.
En cas de dysfonctionnement de l'un de ces éléments, le système enregistre celui-ci sous forme de codes normalisés (ex : DTC 0100) permettant au réparateur d'identifier le défaut.
Ce système déjà obligatoire aux Etats-Unis depuis 1996, va devenir une obligation légale pour tous les pays européens, dans un premier temps, pour les voitures à essence, puis, pour les voitures diesel.

MIL = Male fonction Indicator Lamp

= voyant indicateur de défaut

(C0 > 3,2 g/km ; HC > 0,4 g/Km ; N0 x > 0,6 g/Km).

Pour réaliser le diagnostic EOBD le dispositif de contrôle moteur a recours à un type de capteur supplémentaire : une (ou deux) sonde(s) à oxygène en aval du (ou des) catalyseur(s).

La législation

La loi européenne stipule que toutes les nouvelles voitures devront être équipées de ce système selon la chronologie citée précédemment. Ce système devra informer le conducteur du dysfonctionnement d'un élément de son véhicule et enregistrer puis garder en mémoire les codes défauts. Ces codes défauts devront pouvoir être lus par tous les intervenants (tous les réparateurs). Ils devront être uniques et communs à toutes les marques automobiles.
La loi indique clairement que l'OBD doit faire l'objet d'un accès illimité et normatif. L'accès signifiant la mise à disposition de toutes les données EOBD relatives aux émissions, y compris les codes d'erreur nécessaires à l'inspection, au diagnostic, à l'entretien ou à la réparation des éléments du véhicule liés aux émissions".
Cette loi implique donc que :

- Chaque constructeur mette en place un système permettant de détecter les incidents de fonctionnement du groupe propulseur. La liste des incidents à détecter est définie selon une norme européenne.

Les codes défauts sont standardisés, communs à tous les constructeurs et définis selon une norme européenne. De plus, ces codes sont d'accès public.
Par exemple : le code P0420 indique un dysfonctionnement du catalyseur.
La prise de diagnostic est standardisée et donc commune à tous les constructeurs. Cette prise sera donc accessible par tous les réparateurs y compris les autorités de contrôle (police,...). Toute personne ayant accès à cette prise pourra lire les éventuels défauts. Ainsi, on peut supposer que les autorités s'en serviront pour effectuer des contrôles antipollution.

1- Les éléments essentiels devant être contrôlés par l'OBD.

Les éléments majeurs contrôlés sont :

- le pot catalytique Le système OBD détermine si le pot catalytique est endommagé ce qui entraîne une augmentation des émissions polluantes.

- les ratés d'allumage. Le système OBD détermine si un raté d'allumage est apparu ce qui entraîne une augmentation des polluants. Le système détermine également si un raté d'allumage est apparu pouvant endommager le pot catalytique.
- les sondes Lambda (sondes à oxygène chauffées) positionnées avant et après le pot catalytique. Les tensions lues aux bornes des sondes et leurs variations sont utilisées pour déterminer si les émissions polluantes dépassent les valeurs définies par la directive européenne 70/200/EEC.
- le système d'injection
  Le système OBD enregistre les défauts d'injection engendrant une augmentation des émissions polluantes.
- le système EGR (Recirculation des gaz d'échappement)
  Le système OBD enregistre l'augmentation ou la diminution de la recirculation des gaz d'échappement permettant de déterminer un dysfonctionnement de l'EGR.

Ces différents éléments, essentiels pour garantir le niveau de pollution légal, sont contrôlés lors de conditions de conduite spécifiques. D'autres facteurs influent également sur les émissions. Ainsi, d'autres éléments ayant une influence sur le fonctionnement du groupe moto-propulseur sont contrôlés, comme ceux ayant trait à la boîte de vitesse automatique par exemple.

2- Fonctionnement du système.

L'OBD est une fonction du système de gestion moteur et est incluse dans la programmation de celui-ci. L'OBD n'est pas géré par un boîtier séparé ni par un « nouvel ordinateur de bord ».Ce système repose sur des capteurs situés à des endroits stratégiques (par exemple le long de la ligne d'échappement) permettant de contrôler certains paramètres du moteur et d'en déduire le niveau d'émission des gaz d'échappement du véhicule. Le système est actif dès le démarrage du moteur et contrôle les émissions jusqu'à l'arrêt du véhicule.

2-1 Condition de diagnostic

- Si le calculateur détecte une panne sur les capteurs d'air, d'eau, ou de pression absolue, les diagnostics ne sont pas autorisés.
- Si à la mise du contact la température d'eau et d'air, ou la pression absolue sont en dehors d'une certaine plage, les diagnostics ne sont pas autorisés jusqu'à la prochaine mise du contact.
- Sondes O^2 et catalyseurs ne peuvent être diagnostiqués en même temps.
- Lors du diagnostic catalyseurs et sondes O^2, la purge canister est interdite.

2-2 Stratégies du diagnostic O.B.D.

- Le diagnostic des ratés de combustion est effectué, en continu.
- Les autres organes de dépollution sont testés une seule fois par roulage (le diagnostic n'est pas permanent). Toutefois ces séquences de test n'ont pas toujours lieu. Le véhicule doit rouler dans certaines conditions pour qu'elle puisse s'effectuer :
  - condition de température
  - condition de vitesse
  - temporisation après le départ
  - conditions moteur (pression collecteur, régime, angle papillon, ...)
- De plus certains paramètres doivent être appris par le calculateur:
  - apprentissage des zones de pression
  - apprentissage de la cible moteur

2-3 Exemple de diagnostic E.O.B.D. « sonde oxygène amont »

Le diagnostic de la sonde oxygène amont permet de détecter un dysfonctionnement qui provoquerait un dépassement du seuil de la norme O.B.D. par les émissions polluantes.

- Soit une dégradation mécanique du composant (casse, coupure de fils) qui se traduira par une panne électrique.
- Soit une dégradation chimique du composant (empoisonnement) qui se traduira par un ralentissement du temps de réponse de la sonde O^2 et engendre une augmentation de la période du signal.

Le calculateur à partir des prélèvements et en les comparant à des valeurs moyennes limites, détermine le moment où l'alerte devient nécessaire.

PARAMETRES	VALEURS sonde O^2
Temps après départ.	15 mn
Température d'eau.	75°C
Rapport de boîte.	$4^{ème}$ rapport.
Vitesse véhicule.	Entre 45 et 55 km/h
Régime moteur.	Entre 1600 et 2100 tr/min
Durée du test.	40 secondes.
Pression d'admission.	Entre 262 et 558 mbars

2-4 Déclaration des pannes O.B.D.

Si le calculateur détecte une panne validée identique pendant trois roulages consécutifs alors:

- une panne EOBD est mémorisée
- l'allumage du voyant MIL est demandé. Cette demande sera prise en compte uniquement si la panne considérée est autorisée à allumer le voyant.
- une trame des paramètres moteur, au moment de la détection de la panne, est mémorisée (freeze frame)

2-5 Effacement des pannes EOBD

Pour éteindre le voyant MIL, il ne faut pas détecter la même panne validée pendant trois roulages consécutifs.
Pour remettre à zéro la panne mémorisée EOBD, il ne faut pas détecter de panne validée pendant quarante cycles de chauffages up consécutifs.
La panne des ratés de combustion, pouvant dégrader le pot catalytique, ne provoque pas de mémorisation de panne EOBD. Elle fait uniquement clignoter le voyant MIL. Dès que la panne disparaît, le voyant MIL arrête de clignoter.

2-6 Connecteur et voyant

Un connecteur 16 voies de communication permet le dialogue avec des outils de diagnostic constructeur (Diag 2000, Clip, Consult, etc.) ou avec des outils multimarques de type Scantool. Le voyant appelé M.I.L. (Malfunction Information Light) ou OBD permet d'informer le conducteur lors d'un dysfonctionnement.

2-7 Les nouvelles solutions

2-7-1 Moteurs essence

- Adoption de l'injection d'air à l'échappement (réduction du temps d'amorçage du catalyseur, diminution des HC).
- Passage à l'injection séquentielle (amélioration du pilotage de la richesse, gestion cylindre par cylindre).
- Recyclage des gaz d'échappement (diminution des Nox).
- Augmentation du volume et / ou de la charge du pot catalytique (réduction des émissions à l'échappement).
- Découplage d'échappement à étanchéité améliorée (meilleure gestion de la richesse, limitation du vieillissement du catalyseur).
- Ajout d'une 2ème sonde à oxygène en aval du catalyseur (diagnostic de l'efficacité du catalyseur et de la sonde amont, amélioration de la régulation de richesse).
- Calculateur à performances augmentées (gestion du logiciel OBD, amélioration de la gestion moteur, nouvelles fonctions de dépollution).
- Pour mémoire, sur certains modèles, l'accéléromètre sous caisse permet de ne pas confondre les conditions de roulage sur route inégale avec des ratés d'allumage (exemple BOSCH MP7.3).

2-7-2 Moteurs Diesel à préchambre (TUD 5, DW 8)

- Passage à une pompe d'injection à avance numérique contrôlée par calculateur (meilleure gestion de l'avance, diminution des polluants).
- EGR bouclé avec capteur de position sur le levier de charge (réduction des Nox).
- Augmentation de la charge en métaux précieux du catalyseur d'oxydation.
- Optimisation des chambres de précombustion (Ricardo Comet 5ème génération) permet la réduction des particules et des Nox.
- Optimisation du système pré-postchauffage.
- Dispositif de contrôle des émissions polluantes EOBD à partir de 01/01/2003.

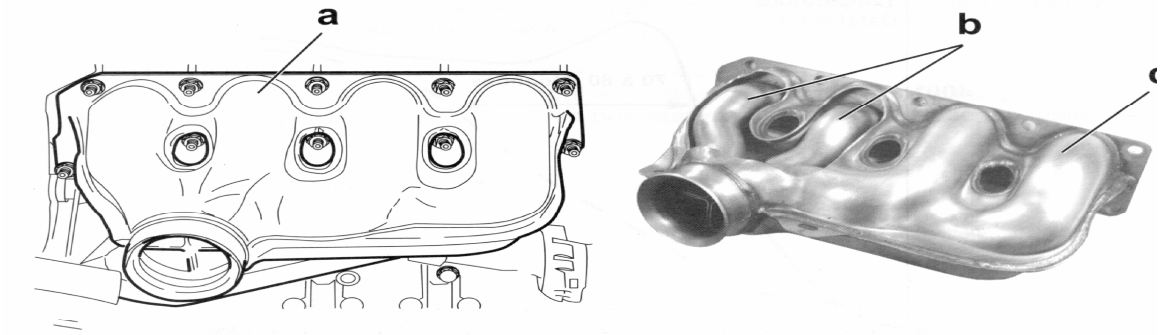
Conditions supplémentaires :

- Reconnaissance cyl. 1 effectuée
- Pas de pannes électriques
- diagnostic raté de combustion actif
- apprentissage cible, pression effectuée
- régulation de richesse active
- pas de ratés détectés
- régulation de richesse active

2-7-3 Amélioration du fonctionnement du pot catalytique

Les normes les plus récentes prennent en compte la mesure des polluants dès le départ à froid. La catalyse ne démarrant qu'au-delà de 300°C, différents moyens sont utilisés pour accélérer la montée en température :

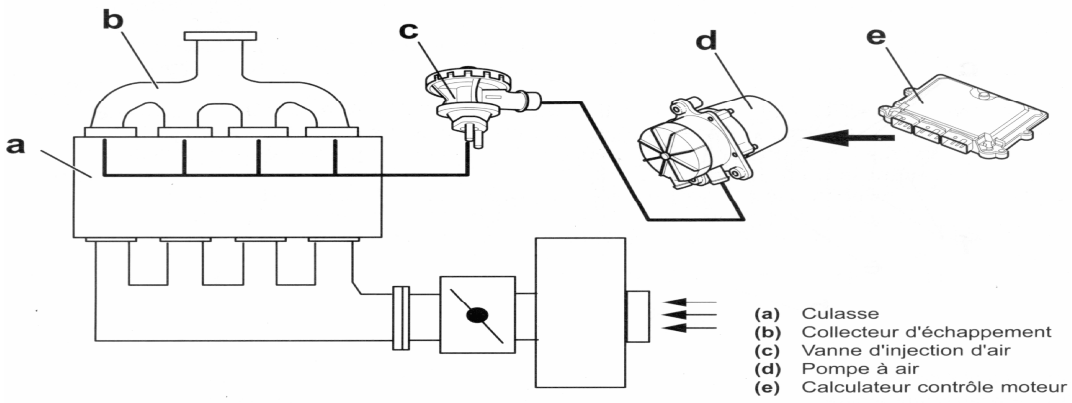
- le collecteur à double parois (moteur EW 10J4). Le collecteur est formé de deux parois de tôle séparées par une lame d'air. La faible inertie thermique de l'ensemble favorise le réchauffage rapide (comme un "double vitrage").



(a) Collecteur.
(b) Conduits internes.
(c) Enveloppe externe.

Document P.S.A.

- L'insufflation d'air dans le conduit d'échappement, couplé à un enrichissement momentané, crée une post-combustion qui permet une montée rapide de la température du pot catalytique.



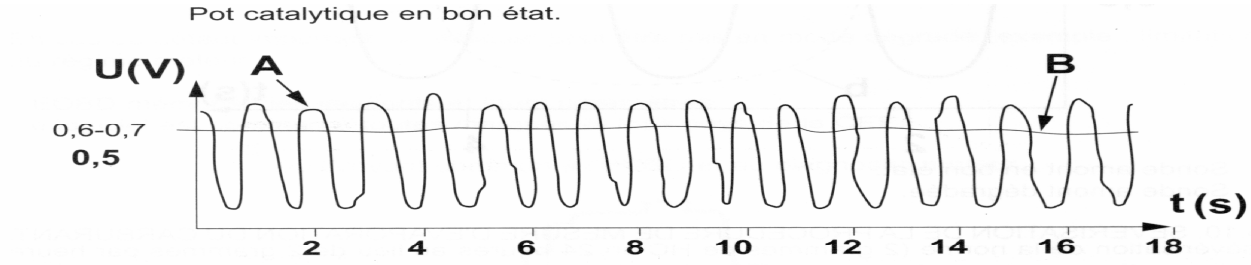
(a) Culasse
(b) Collecteur d'échappement
(c) Vanne d'injection d'air
(d) Pompe à air
(e) Calculateur contrôle moteur

Document P.S.A.

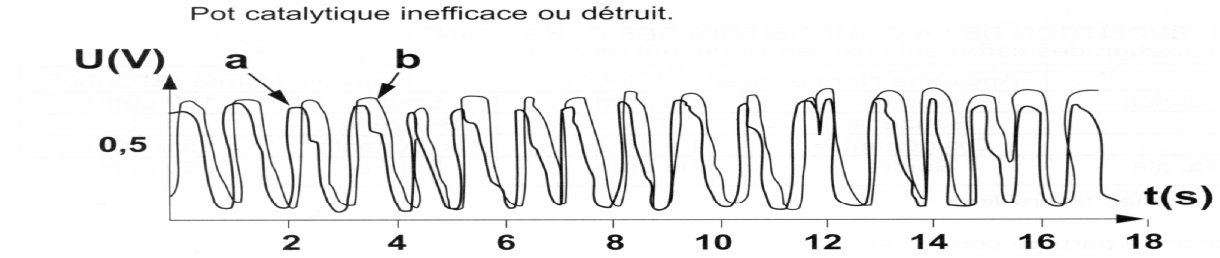
- Le montage d'un précatalyseur est une alternative permettant un réchauffage rapide des catalyseurs éloignés du collecteur.

Document P.S.A.

- Une seconde sonde lambda permet de contrôler l'efficacité du pot catalytique, elle est montée sur la ligne en aval du pot. De plus, elle permet une gestion plus fine de la régulation de richesse, et de contrôler le fonctionnement de la sonde amont.



(a) Lecture sonde amont.
(b) Lecture sonde aval.



(a) Lecture sonde amont.
(b) Lecture sonde aval.

2-8 LES DEFAUTS FONCTIONNELS DETECTES

Les ratés de combustion

→ Analyse des variations de régime moteur, entre plusieurs combustions successives.

Capteurs utilisé = Capteur de régime / position moteur en regard de la couronne 60 –2 dents.

L'efficacité du catalyseur

Analyse de sa capacité de conversion. Un signal de plus en plus "ondulé" de la sonde aval, et donc de plus en plus ressemblant à celui de la sonde amont, est le signe d'un vieillissement du catalyseur.

Un mauvais fonctionnement ou panne du système de régulation carburant.

Une période d'oscillation de la sonde à oxygène amont de plus en plus grande témoigne du vieillissement de la sonde amont ; celle-ci devient plus "lente" d'un point vue fréquence du signal.

Un mauvais fonctionnement ou panne du système d'injection du carburant.

Un facteur de régulation de richesse qui dépasse une valeur calibrée basse ou une valeur calibrée haute est lui aussi le témoin d'un vieillissement de la sonde amont.

Un mauvais fonctionnement ou panne du système EGR.

Analyse de l'allure de la pression absolue dans le collecteur lors d'actionnements répétés de la vanne d'EGR.

Un mauvais fonctionnement ou panne du système d'injection d'air secondaire.

Lorsque l'IAE est activée, le mélange est théoriquement "pauvre".

Un mauvais fonctionnement ou panne du système de purge du canister.

Ce défaut n'est pas diagnostiqué dans les applications actuelles chez AC.

Un mauvais fonctionnement de la BVA.

Le calculateur BVA demande au CMM d'allumer la MIL suite à la mise en place du mode dégradé "3ème hydraulique".

3- ÉVOLUTION DES SYSTÈMES DE DIAGNOSTIC EMBARQUÉS

Bien que les systèmes de diagnostic embarqués soient une invention relativement récente (moins de vingt ans), plusieurs changements y ont déjà été apportés. Ce système de diagnostic a été adopté au départ pour faciliter la tâche du personnel de réparation. Les derniers développements le transforment presque en un poste de contrôle permanent des émissions polluantes. Vous connaissez déjà plusieurs fonctions spécifiques des systèmes de diagnostic embarqués; dans cette section, vous suivrez leur évolution.

3-1 PREMIÈRES GÉNÉRATIONS DE SYSTÈMES DE DIAGNOSTIC

De pair avec l'adoption des systèmes d'injection électronique, chacun des fabricants d'automobiles a introduit, au début de la décennie 80, sa propre procédure d'autodiagnostic. Ceneral Motors fut un pionnier dans ce domaine en adoptant, en 1981, le système computer command control. Comme la plupart des composants régissant le fonctionnement des moteurs étaient alors à commande électronique, il devenait relativement facile pour un micro-ordinateur de surveiller passivement le fonctionnement des capteurs et des actionneurs.
Le logiciel gérant le micro-ordinateur lui permet de comparer les données mémorisées avec les données instantanées afin de déterminer si les éléments fonctionnent bien selon les prévisions. Habituellement, le micro-ordinateur peut détecter une anomalie à divers capteurs et actionneurs bien avant que l'automobiliste perçoive lui même le problème. Le logiciel de diagnostic en mémoire dans le micro-ordinateur et l'ensemble des capteurs et des actionneurs du système de gestion du groupe motopropulseur constituent ce que l'on nomme aujourd'hui le système de diagnostic embarqué.
Dans la première génération de systèmes de diagnostic embarqués, chacun des fabricants proposait une procédure propre; le nombre d'éléments contrôlés variait d'une marque à l'autre et les méthodes étaient aussi spécifiques. L'identification et la signification des codes d'anomalie d'un fabricant n'avaient rien en commun avec ceux d'un autre. À titre d'exemple, en 1984, un code n°22 correspondait à un signal faible du capteur de position du papillon chez General Motors et à une anomalie dans le circuit du capteur de température du liquide chez Chrysler. De même, les procédures et les routines de vérification étaient souvent différentes d'un fabricant à l'autre. Le logiciel des analyseurs devait ainsi être remplacé lors du passage d'une marque de véhicule à une autre. De plus, le protocole de communication entre le micro-ordinateur et les analyseurs n'était pas uniformisé, chacun des fabricants ayant la liberté d'en adopter un de son choix.
Dans l'esprit des organismes chargés de contrôler les émissions polluantes, il devint vite évident que la présence d'un système de diagnostic embarqué pouvait contribuer à réduire la pollution automobile. Ces organismes prévoient que grâce à ces systèmes, les véhicules seront réparés correctement avant que les émissions deviennent problématiques. Pour atteindre cet objectif, l'ensemble du personnel affecté à la réparation doit cependant pouvoir exploiter le plus efficacement possible toutes les possibilités offertes par les systèmes de diagnostic embarqués.
Lorsque le système de diagnostic perçoit une anomalie susceptible de créer des problèmes de pollution, il mémorise un code dans une mémoire spécifique et le signale à l'automobiliste par l'illumination d'un témoin au combiné d'instruments. Lorsque le véhicule arrive à l'atelier de réparation, le mécanicien compétent peut facilement obtenir, par divers moyens dont un analyseur spécialisé, les codes d'anomalie mémorisés. En principe, la possibilité d'accéder

aux codes d'anomalie permet de réparer correctement l'élément défectueux et d'éliminer les causes de pollution.
Le resserrement des normes touchant les émissions de HC, de CO et de NO ainsi que l'adoption d'un programme d'inspection et d'entretien dans plusieurs grandes pays amenèrent une révision des paramètres surveillés par le système de diagnostic embarqué. Cette nouvelle réglementation, désignée par l'appellation OBD I, a été introduite aux Etats-Unis au cours de l'année de fabrication 1988. Les nouvelles normes exigeaient de contrôler particulièrement les éléments suivants:
— dosage de l'essence;
- recyclage des gaz d'échappement (RGE);
- sondes d'oxygène;
- micro-ordinateur gérant le moteur.

Cette réglementation stipulait également qu'un témoin devait s'allumer pour avertir le conducteur de la défaillance d'un système et du besoin de procéder à la réparation. En plus de commander l'illumination du voyant, le micro-ordinateur devait aussi mémoriser des codes correspondant aux éléments défectueux et à la nature de l'anomalie. Le système de diagnostic OBD I n'avait toutefois pas la puissance nécessaire pour détecter certains problèmes importants liés aux dispositifs antipollution, notamment les ratés d'allumage et les défaillances du convertisseur catalytique. De plus, le véhicule pouvait continuer à produire des émanations polluantes excessives durant un certain temps entre le moment de la défaillance d'un élément et l'illumination du témoin. Le logiciel de l'OBD I n'était donc pas conçu pour détecter certains types de défaillances et le témoin pouvait demeurer éteint malgré l'émission excessive de gaz polluants.

La conclusion d'un accord entre la Société des ingénieurs de l'automobile (SAE) et le CARB permit la mise au point de normes plus complètes regroupées sous l'appellation de OBD II.
La réglementation identifiée par l'acronyme OBD II ne constitue pas une révolution, mais plutôt une évolution de la réglementation OBD I; la nouvelle orientation vise surtout la détection rapide et la réparation dans un bref délai des anomalies responsables des émissions polluantes. Visuellement, impossible de déterminer si 1a gestion du moteur s'effectue selon l'une ou l'autre des réglementations. Les différences concernent surtout le logiciel et la nature des données mémorisées par le micro-ordinateur.
Contrairement aux systèmes OBD I, qui se limitaient à surveiller passivement le fonctionnement des circuits, ceux de la génération OBD II effectuent régulièrement des contrôles tant de l'état que du rendement d'éléments dont une déficience provoque des émissions polluantes. De plus, la réglementation impose la mémorisation de divers paramètres entourant le fonctionnement du moteur au moment de la détection de l'anomalie. Ces informations devraient faciliter la pose d'un diagnostic au moment de la réparation et l'identification des anomalies lors des inspections de routine. Une section importante de la nouvelle réglementation reflète bien la préoccupation du CARB de faciliter, à tout personnel compétent, la réparation des véhicules ayant un problème lié au système antipollution. Les principaux points de cette réglementation OBD II sont les suivants:
— connecteur de diagnostic uniformisé, situé à un endroit normalisé, ayant une attribution uniforme de sept de ses bornes. Le connecteur doit être compatible avec les analyseurs de fabricants indépendants;
— obligation pour tous les fabricants d'adopter une liste normalisée de codes de défaillance des dispositifs antipollution accompagnée de définitions — le format des codes est alpha numérique à cinq caractères;

- illumination du témoin d'anomalie dès que les émissions de HC, de GO ou de NO dépassent certains seuils, habituellement 1,5 fois les normes admissibles selon les essais normalisés;

— utilisation d'un micro-ordinateur plus puissant pour contrôler l'état des composants électroniques et pour allumer le témoin en cas de défaillance d'un composant ou si le niveau des émanations dépasse les limites admissibles;
— contrôle de l'étanchéité et du bon fonctionnement du circuit de purge des vapeurs d'essence;
— normalisation pour toute l'industrie de l'automobile des termes et acronymes identifiant les composants électriques;
— accessibilité de l'information relative à la réparation, au diagnostic et à l'entretien pour tout le personnel affecté à l'entretien et la réparation de véhicules.
La réglementation OBD II impose le contrôle du rendement des systèmes et des composants anti-pollution ainsi que celui des défaillances des circuits électriques. L'ajout de sondes d'oxygène en aval du convertisseur catalytique et l'augmentation de la capacité de traitement du micro- ordinateur découlent de ces nouvelles exigences.
Cycle de conduite
La réglementation OBD II a introduit une nouvelle notion, celle de cycle de conduite, aussi appelé trajet. Le concept de «cycle de conduite» est assez difficile à définir avec précision, puisque ses paramètres peuvent différer selon les contrôles effectués. A titre d'exemple, pour un contrôle donné, les paramètres utilisés peuvent être le style de conduite, la distance parcourue et la température ambiante; pour un autre, il peut s'agir de la durée depuis le démarrage et du régime du moteur. Chacun des contrôles s'effectue donc maintenant dans des conditions de conduite déterminées à l'avance par le fabricant en collaboration avec le CARB. Le CARB définit ainsi un « cycle de conduite»: suite d'événements débutant par le démarrage et le fonctionnement du moteur après une période d'arrêt d'une durée donnée et dans un mode de conduite qui permet à tous les composants d'être contrôlés au moins une fois par le système de diagnostic.
Le contrôle du convertisseur catalytique et celui du circuit de purge des vapeurs d'essence sont exclus, puisqu'ils s'effectuent selon la méthode d'essai à vitesse constante. En d'autres termes, tous les contrôles à (cycle de conduite unique» doivent avoir été exécutés dans les conditions fixées par les fabricants comme étant celles d'un « cycle de conduite réussi».

3-2 CONTRÔLE DES SYSTÈMES ET USURE DES COMPOSANTS

La réglementation OBD II stipule que le système de diagnostic est tenu de contrô1er tous les éléments suivants, susceptibles d'augmenter les émissions polluantes:
— capteurs;
— circuit d'alimentation;
— sondes d'oxygène et leurs éléments chauffants;
— convertisseur catalytique;
— ratés;
— circuit de purge des vapeurs d'essence;
— circuit de recirculation des gaz d'échappement (EGR);
— circuit d'admission d'air secondaire.
Le micro-ordinateur du groupe motopropulseur est habituellement le centre de tous les systèmes de diagnostic OBD II et son logiciel a été mis à jour pour lui permettre d'exécuter toutes les fonctions requises par la réglementation. La section du logiciel qui ordonne et gère les fonctions dia gnostiques de l'OBD II se nomme habituellement gestionnaire de tâches. En

plus de planifier le déroulement de tous les contrôles prescrits par la réglementation, le gestionnaire de tâches doit éviter de perturber le fonctionnement du moteur. En principe, l'exécution de tous les contrôles devrait passer inaperçue par l'automobiliste.

a- Gestionnaire de tâches

Lors de son adoption, le micro-ordinateur du groupe motopropulseur coordonnait déjà le fonctionnement d'un grand nombre de composants liés aux dispositifs antipollution. Avec la réglementation OBD II, il conserve cette tâche et doit de plus collaborer avec le gestionnaire de tâches, qui joue un rôle comparable à celui d'un agent chargé de diriger la circulation à l'intersection des diverses sources d'information en route vers le micro-ordinateur. Cet « agent de la circulation » décide du contrôle et des fonctions qui seront exécutés et du moment où ils le seront. La réglementation OBD II impose que certaines phases de diagnostics se déroulent dans des conditions précises de fonctionnement. Le gestionnaire de tâches organise et ordonne la priorité des fonctions diagnostiques.
Autrement dit, le gestionnaire de tâches décide si les conditions sont adéquates pour exécuter un contrôle; il s'assure aussi de la présence des paramètres prescrits pour chaque cycle d'un contrôle et enregistre les résultats. Les fonctions du gestionnaire de tâches sont les suivantes:
— Établir la séquence des contrôles.
— Indiquer les cycles de conduite.
— Indiquer l'état de préparation du véhicule (présence des conditions préalables).
- Commander le voyant de défaillance.
— Identifier les codes de défaillance.
— Stocker et effacer les données instantanées.

b- Séquence des contrôles

Pour les contrôles de certains systèmes antipollution dits « à deux cycles de conduite », il est possible que le micro-ordinateur ne commande pas l'illumination du témoin de défaillance après un seul échec. Pour les contrôles à cycle de conduite unique, le micro-ordinateur commande l'illumination du témoin après un seul échec. La distinction entre les contrôles à cycle unique et les contrôles à deux cycles repose sur l'impact de la défaillance sur l'importance des émissions polluantes.

c- Mise en attente

Dans certaines circonstances, établies par les concepteurs du logiciel, le gestionnaire de tâches annule l'exécution d'un contrôle si le témoin de défaillance est allumé et qu'un code est déjà enregistré. Le contrôle est différé tant que la défaillance n'est pas corrigée par le remplacement ou la réparation du composant défectueux. À titre d'exemple, si le témoin signale déjà une défaillance d'une sonde d'oxygène, le gestionnaire de tâches annule le contrôle du convertisseur catalytique tant que la sonde n'est pas réparée. Un contrôle exécuté dans ces conditions n'a aucune valeur, puisque les résultats du contrôle du convertisseur catalytique reposent sur l'exactitude des signaux émis par les sondes d'oxygène.

d- Conditions de conflit

Les instructions du logiciel du gestionnaire de tâches préviennent également des situations de conflit; un second contrôle ne peut s'amorcer si un autre est déjà en cours. Dans un tel

contexte, les résultats risquent d'être faussés et de provoquer l'inscription de codes d'anomalie erronés. Le gestionnaire bloque alors le second contrôle tant que la condition conflictuelle existe. Habituelle ment, le second contrôle s'amorce peu après la réussite du premier. A titre d'exemple, le gestionnaire de tâches empêche le contrôle du circuit de recirculation des gaz d'échappement durant le contrôle du circuit de purge des vapeurs d'essence. Cette décision découle du conflit entre les deux contrôles fondés sur des valeurs communes, soit les variations du rapport air-essence et le degré de compensation en carburant.

e- Conditions de suspension

Le gestionnaire de tâches peut parfois empêcher la conclusion du contrôle d'une défaillance lors d'un contrôle à deux cycles de conduite s'il survient une condition qui risque d'entraîner une erreur du code de défaillance. Cette mesure empêche le voyant de s'allumer pour une fausse défaillance, ce qui favorise un diagnostic plus précis. À titre d'exemple, si, au premier cycle de conduite, le micro-ordinateur enregistre une défaillance d'une sonde d'oxygène et du circuit de recirculation des gaz d'échappement, le gestionnaire de tâches peut exécuter quand même le contrôle du circuit de recirculation, mais retarder les résultats jusqu'au moment de la réussite ou de l'échec du contrôle de la sonde d'oxygène. Le gestionnaire de tâches peut ainsi déterminer si le circuit de recirculation des gaz d'échappement est réellement défectueux ou s'il s'agit plutôt d'une défaillance d'une des sondes d'oxygène.

f- Compteurs de cycles de conduite

Avec la réglementation OBD II, le nombre de cycles de conduite réussis est le critère retenu par le micro-ordinateur pour éteindre le témoin de défaillance, et le décompte s'affiche à l'écran des analyseurs. Le CARB exige habituellement la réussite de trois cycles de conduite avant d'autoriser le micro-ordinateur à éteindre le témoin de défaillance. À titre d'exemple, les conditions suivantes doivent être réunies pour que le micro-ordinateur enregistre un cycle de conduite réussi et efface un code de défaillance pour le contrôle des ratés:
— conditions de fonctionnement similaires à celles présentes au moment de l'inscription d l'anomalie;
— 1000 tours du moteur sans qu'il se produise de ratés.
Dans certains cas, il est possible que les cycles suivants ne soient pas comptés et que l'effacement du code ne survienne que plus tard. A titre d'exemple, si une anomalie est mémorisée lorsque li régime du moteur est de 5000 tr/min le prochain cycle significatif pour l'effacement de ce code devra avoir un régime similaire.

g- Cycles d'échauffement

Lorsque le nombre de cycles réussis permet l'extinction du témoin de défaillance, le micro ordinateur du groupe motopropulseur passe automatiquement au compte des cycles d'échauffement, dont le résultat est aussi visible à l'écran d'un analyseur. Les cycles d'échauffements servent notamment de critère pour décider d'effacer les codes de défaillance et les données instantanées. Le CARB mentionne que le micro-ordinateur doit attendre 40 cycles d'échauffement avant d'effacer un code d'anomalie et les données instantanées. La mémorisation à long terme vise à faciliter l'identification des sources possibles de pollution lors des contrôles périodiques obligatoires dans certaines régions. Le CARB définit ainsi un cycle d'échauffement:
— La température du liquide de refroidissement doit atteindre au minimum 71 oc.

— La température du liquide de refroidissement doit augmenter d'au moins 22 oc.
— Aucune autre défaillance ne doit survenir dans l'intervalle.

h- Illumination du témoin de défaillance

Si un contrôle échoue, le gestionnaire de tâches allume le témoin et l'éteint après trois cycles di conduite réussis, sauf pour le contrôle des ratés et celui du circuit d'alimentation. Vous savez qui des conditions de fonctionnement identiques à celles présentes au moment du signalement de L défaillance initiale sont un préalable essentiel à la réussite du contrôle. Si une seule condition es absente, le gestionnaire de tâches considère le cycle de conduite comme non réussi. De plus, avec la réglementation OBD II, le témoin clignote si le véhicule roule pendant que des ratés risquent d'endommager rapidement le convertisseur catalytique. Si la défaillance responsable du clignotement disparaît, le témoin cesse de clignoter mais demeure allumé. Le témoin ne s'éteint qu'après la réussite d'un nombre donné de cycles de conduite.

i- Capteurs et actionneurs

En plus du contrôle des composants principaux, la réglementation OBD II exige que le système di diagnostic contrôle avec plus d'attention tous les composants qui influencent le niveau des émissions. Dans la plupart des cas, le système OBD I contrôlait déjà ces éléments, sauf qu'il se limitait à noter la présence de circuits ouverts ou de courts-circuits inter fil ou à la masse. Certains fabricants ajoutaient toutefois, sur une base volontaire, des procédures pour vérifier l'état de composants influençant le rendement du moteur. La réglementation OBD II recommande maintenant que les signaux d'entrée soient contrôlés pour leur rationalité et ceux de sortie, pour leur fonctionnalité. Les contrôles suivants sont effectués sur les divers capteurs et actionneurs:

— État du circuit:
• ouvert;
• Court-circuit inter fil;
• Court-circuit à la masse.
- Rationalité ou fonctionnement adéquat:
• Contrôle de la rationalité des signaux des capteurs et sondes;
• Contrôle de la fonctionnalité des actionneurs.

j- Rationalité des capteurs et sondes

En plus de contrôler constamment les signaux d'entrée pour déterminer si les circuits électriques sont normaux, ouverts ou court-circuités, le micro-ordinateur évalue également leur rationalité. La rationalité est évaluée en comparant le signal d'entrée du capteur avec d'autres signaux et données d'entrée; cet exercice permet d'établir si le signal est valable compte tenu des conditions de fonctionnement existantes.
Les signaux d'entrée dont la rationalité est contrôlée sont :

- Capteur de pression absolue de la tubulure d'admission (PAT);
— manocontact de direction assistée;
- sondes d'oxygène;
— éléments chauffants des sondes d'oxygène;
— capteur de température du liquide de refroidissement du moteur;
- micro-ordinateur de gestion du groupe motopropulseur;

— capteur de position de l'arbre à cames;
— interrupteur de freinage;
— interrupteur de la pompe de détection des fuites;
— capteur de régime du moteur;
- capteur de position du vilebrequin;
— sélecteur de position de stationnement — point mort;
— capteur de température de l'air d'admission;
— capteurs de la température extérieure et de la température de la batterie;
- capteur de position du papillon des gaz (CPP);
— commandes de la boîte de vitesses.

k- Fonctionnalité des actionneurs

En plus de détecter les ouvertures de circuits et les courts-circuits comme le système OBD I, le système OBD II contrôle la fonctionnalité des signaux de sortie du micro-ordinateur. Lorsque le micro-ordinateur commande la mise sous tension d'un actionneur, il vérifie si son ordre a été exécuté correctement en contrôlant certains signaux de sortie afin d'établir si les changements attendus se sont réellement produits. A titre d'exemple, lorsque le micro-ordinateur commande au régulateur de ralenti d'adopter une position donnée d'ouverture du papillon, il s'attend à ce qu'un régime de ralenti visé soit atteint; dans le cas contraire, il enregistre un code d'anomalie.

Les actionneurs dont la fonctionnalité est contrôlée sont
— Injecteurs de carburant;
— électrovalve RGE;
- bobines d'allumage;
— pompe à air électrique;
— électrovalve de l'embrayage du convertisseur de couple;
— électrovalve de la pompe de détection des fuites des vapeurs d'essence;
— régulateur de ralenti;
— électrovalve de purge des vapeurs d'essence;
- commande du moto-ventilateur du radiateur;
— commandes de la transmission.

III- DEMARCHE DE RÉSOLUTION DE PROBLÈMES

INTRODUCI1ON

Un client se présente au conseiller technique d'un atelier de réparation. Il formule sa plainte comme suit: «Mon moteur cale de temps en temps. » Le conseiller inscrit, sur le bon de réparation, « moteur étouffe ». Le mécanicien commence par une mise au point. Il exécute un essai de route et tout semble bien fonctionner.

Le client revient à l'atelier une semaine plus tard, se plaignant que le problème persiste. Le mécanicien exécute d'autres vérifications. Il ne trouve rien. Il suggère alors au client de remplacer le module d'allumage, prétextant qu'il a déjà réglé un problème similaire de cette façon.

Le client revient à nouveau. Le mécanicien demande à parler au client, qui lui précise alors que le problème ne survient qu'après qu'il a conduit un certain temps sur l'autoroute. Après avoir effectué un nouvel essai de route et enregistré les données, le mécanicien découvre enfin que le problème provient du circuit du convertisseur de couple; celui-ci reste engagé lorsqu'il est chaud. Des erreurs de ce genre se produisent tous les jours. Pour les éviter, le mécanicien doit utiliser tous les outils à sa disposition. Il doit aussi procéder de façon méthodique. Il en va de la réputation de l'atelier et de la fidélité des clients.

2- PROCESSUS DE RÉSOLUTION DE PROBLÈMES

Dans un atelier de réparation d'automobiles, la perte de temps est souvent due à un ensemble de facteurs: taux de reprise élevé, démarche illogique du mécanicien, mauvaise description du problème de la part du client.

Par ailleurs, le coût élevé des composants, la fragilité des composants électroniques et leur grande variété obligent le propriétaire d'un garage à maintenir un inventaire le plus bas possible, de sorte qu'il faut éviter de commander une pièce de remplacement pour s'apercevoir ensuite que le problème se situe ailleurs. Pour travailler vite et bien, le mécanicien doit appliquer une démarche de résolution de problèmes logique, cohérente et systématique. (Voir Figure 1.1)

Figure1.1 : Processus de résolution de problème

Confirmation de la plainte du client:

— Contact avec le client

— Relevé de la plainte

— Collecte des données

— Collecte des données instantanées (OBD Il)

— Essai de route

Exécution des vérifications préliminaires:

— Vérification visuelle

— Vérification de la batterie

— Vérification des systèmes de charge et de démarrage

— Vérification mécanique du moteur

Diagnostic du problème:

— Diagnostic avec codes d'anomalie

— Diagnostic par symptômes

Réparation

Confirmation de la réparation:

— Effacement des codes

— Vérification visuelle

— Essai de route

1-1 CONFIRMATION DE LA PLAINTE

La confirmation de la plainte du client permet de déterminer avec le plus de précision possible le moment auquel le problème s'est produit et les circonstances dans lesquelles il est survenu. Cette étape du processus de résolution du problème comporte plusieurs parties.

Contact avec le client

Le respect du client et de son véhicule est primordial. Il ne faut pas oublier que c'est grâce à sa clientèle qu'un atelier de réparation peut survivre. Le respect commence par la politesse. On doit toujours rester poli et aimable avec chaque client.

Relevé de la plainte

Le relevé de la plainte est une des étapes les plus importantes du processus d'identification d'un problème. Elle permet de déterminer dans quelles circonstances et à quel moment est survenu le problème. Pour aider à recueillir ces informations, on dispose habituellement d'une feuille de collecte de données dont un exemple apparaît à la figure 1.2. Ces données aident le mécanicien à reproduire le problème. De plus, le recours à de tels formulaires permet d'utiliser un langage universel, de sorte que, quelle que soit la personne qui consigne les données, tous les renseignements importants sont clairement notés.

Collecte des données

La collecte des données mémorisées par le micro-ordinateur permet de déterminer le tableau de diagnostic à utiliser. Il s'agit de relever, à l'aide d'un appareil de diagnostic, les différentes données mémorisées par le système de gestion électronique. Il arrive souvent qu'une des lectures oriente vers une piste de recherche. Il ne faut toutefois pas oublier qu'une valeur anormale ne génère pas nécessairement la mémorisation d'un code d'anomalie.

Collecte des données instantanées

L'introduction du système de diagnostic embarqué de la deuxième génération (OBD II) a forcé les fabricants à ajouter une nouvelle fonction aux analyseurs: la saisie des données instantanées, qu'on appelle aussi cliché des données de fonctionnement ou données figées. Lorsqu'un code d'anomalie est mémorisé, certaines données, présentes seulement au moment où est survenu le problème, sont automatiquement figées et enregistrées dans le micro-ordinateur. Dans le cas où deux codes sont mémorisés, le micro-ordinateur garde en mémoire seulement les données instantanées relatives au code le plus important, c'est-à-dire le code qui correspond à l'anomalie qui a l'effet le plus important sur la pollution. Ces données permettent de connaître les conditions au moment de la manifestation du problème.

La quantité de données mémorisées varie selon le type de moteur, l'année du véhicule et le fabricant. La figure 1.3 en montre un exemple. On y retrouve le numéro du code d'anomalie mémorisé (DTC), la température du moteur (ECI), la correction de l'alimentation en carburant à court et à long termes (ST FE LT Fil'), le mode de fonctionnement du micro-ordinateur (02 status), le régime moteur (engine speed), le degré d'ouverture du papillon des gaz (TP), la dépression dans le collecteur d'admission (MAP), la charge calculée du moteur (caic load value), la vitesse du véhicule (MPH km/h) et la durée d'ouverture des injecteurs (IPW). Une

fois que l'on possède les différentes données instantanées, on peut recréer le problème de manière à confirmer la plainte du client. Plu sieurs constructeurs exigent la collecte de ces données pour le paiement de la garantie

Figure 1.2 Feuille de collecte des données pour l'analyse d'un problème (Toyota)

CONTRÔLE DU SYSTÈME DE COMMANDE DU MOTEUR Technicien ☐

Nom du client :	Modèle et année-modèle :
Téléphone : Rés. : Bur. :	N° de série :
Date :	N° du modèle :
Immatriculation :	Kilométrage :

Symptômes du problème

☐ Moteur qui ne démarre pas	Moteur qui ne tourne pas ☐ Aucune combustion initiale ☐ Combustion incomplète ☐
☐ Démarrage difficile	Moteur qui tourne lentement ☐ Autre ☐ _____
☐ Mauvais ralenti	Premier ralenti incorrect ☐ Ralenti anormal ☐ Élevé ☐ Bas ☐ (____tr/min) Ralenti erratique ☐ Autre ☐ _____
☐ Problème de fonctionnement	Hésitations ☐ Retour de flamme ☐ Explosion du silencieux ☐ Variations de régime ☐ Détonation ☐ Autre ☐ _____
☐ Calage du moteur	Aussitôt après le démarrage ☐ Après avoir appuyé sur l'accélérateur ☐ Après avoir relâché l'accélérateur ☐ Pendant le fonctionnement du climatiseur ☐ En passant de N à D ☐ Autre ☐ _____
☐ Autres	

Dates auxquelles le problème s'est produit :	
Fréquence du problème	Constant ☐ Intermittent ☐ (____ fois par ____ jour/mois) Une seule fois ☐ Autre ☐ _____

Conditions dans lesquelles le problème se produit

Conditions météorologiques	Bonnes ☐ Nuageux ☐ Pluie ☐ Neige ☐ Diverses/Autres ☐ _____
Température extérieure	Très chaud ☐ Chaud ☐ Frais ☐ Froid ☐ (environ____ °C)
Endroit	Sur autoroute ☐ En banlieue ☐ En ville ☐ Dans une côte ☐ Dans une descente ☐ Sur route déformée ☐ Autre ☐ _____
Température du moteur	À froid ☐ Au réchauffement ☐ Après réchauffement ☐ Toutes températures ☐ Autre ☐ _____
Fonctionnement du moteur	Au démarrage ☐ Juste après le démarrage ☐ (___ min) Au ralenti ☐ À l'emballement ☐ En conduite ☐ À vitesse constante ☐ À l'accélération ☐ À la décélération ☐ Durant la marche ou l'arrêt du climatiseur ☐ _____

État du témoin de défaillance		Reste allumé ☐ S'allume parfois ☐ Ne s'allume pas ☐
Analyse des codes d'anomalie	Mode normal (avant vérification)	Normal ☐ Code(s) d'anomalie (code _____) ☐ Données figées sur écran (_____) ☐
	Mode de vérification	Normal ☐ Code(s) d'anomalie (code _____) ☐ Données instantanées (_____) ☐

Figure 1.3 Tableau des données instantanées

DTC	ECT	ST FT	O2 (Status)
P0303	185 °F	125	Closed
Engine Speed	MAP	LT FT	Calc Load Value
2350	1,5 V	112	25 %
MPH,km/h	TP % ou V	IPW	
100 km/h	35 %	2,3 ms	

Essai de route

Une fois que l'on dispose de tous les renseignements nécessaires pour le problème, on doit exécuter l'essai de route. Il faut toujours effacer les codes d'anomalie avant d'effectuer un essai de route. En effet, le client peut avoir consulté d'autres mécaniciens avant vous. Ceux-ci peuvent ainsi avoir entraîné la mémorisation de codes d'anomalie en effectuant certaines vérifications.

Il est très important d'enregistrer les données lorsque le problème est recréé. Attention, il ne s'agit pas ici du mode de saisie des données instantanées. Le mode d'enregistrement permet d'enregistrer, sur plusieurs clichés (frames), la valeur du signal émis par chaque capteur et chaque action- fleur.

1-2 VÉRIFICATIONS PRÉLIMINAIRES

Les vérifications préliminaires permettent de s'assurer rapidement du bon état des différents systèmes dont dépend la bonne marche du moteur. La nature de ces vérifications dépend de la plainte du client. Les vérifications préliminaires font appel à cinq sens: la vue, l'ouïe, l'odorat, le toucher et... l'intuition. Dès que l'on détecte un problème, on doit procéder à sa réparation.

Vérification visuelle

Lors d'une vérification visuelle, il faut vérifier l'état extérieur et le cheminement des différents branchements électriques, les tuyaux de dépression, les conduites d'air, le filtre à air, les courroies et les fils de bougies s'il se produit une étincelle périphérique (si le « feu saute »). Cette vérification n'est que visuelle.

Vérification de la batterie

La tension de la batterie a une influence sur la stratégie de démarrage du moteur. Le micro-ordinateur commande ainsi les actionneurs en fonction de la tension de la batterie. Ainsi, si la

tension de la batterie descend au-dessous de 9,2 V, le temps d'injection, la vitesse du moteur au ralenti ainsi que l'avance à l'allumage peuvent augmenter.

Imaginez un véhicule dont la tension au démarrage descend à 9,3 V. La vitesse de rotation du moteur est beaucoup plus basse; le temps d'injection ainsi que l'avance à l'allumage augmentent. À ce moment, le véhicule risque de présenter un démarrage long et un mauvais ralenti, dus à une trop grande quantité d'essence dans les cylindres, durant environ une minute après le démarrage. Lorsque le moteur est chaud, le mauvais ralenti a tendance à disparaître. Le moteur tourne beaucoup plus facilement et la tension reste au-dessus de 9,6 V.

Vérification des systèmes de charge et de démarrage

Vous savez que le système de charge maintient la tension de la batterie à une valeur acceptable. C'est aussi lui qui alimente les micro-ordinateurs de gestion. Une tension de la batterie hors limites peut se répercuter sur la tension des différents capteurs, ce qui fausse le traitement des données par le micro-ordinateur. Un démarreur usé peut occasionner, au démarrage, une baisse de tension et une augmentation d'intensité.

La mesure des chutes de tension dans les conducteurs de l'alternateur et du démarreur n'est pas obligatoire dans tous les cas. Toutefois, cette vérification ne demande que quelques minutes et évite souvent beaucoup de tâtonnement inutile.

Vérification mécanique du moteur

En écoutant un moteur, on peut facilement détecter une anomalie telle qu'un bruit de cliquetis, une fuite de dépression, un cylindre qui ne fonctionne pas, etc. l'odeur permet de détecter une fuite dans le système d'alimentation en essence.

Voici un exemple de vérification préliminaire à effectuer lorsqu'un client se plaint que le témoin d'anomalie demeure continuellement allumé. -

La collecte des données indique un code correspondant à une anomalie du capteur de position du papillon (TPS). La première étape consiste donc à vérifier les différents branchements du capteur. Si tout semble normal, on poursuit en vérifiant la valeur de la tension de la batterie. Les données recueillies indiquent que la tension de la batterie est de 12,9 V. Celle-ci n'est donc pas en cause. On effectue donc une vérification mécanique du papillon des gaz ainsi que des conducteurs qui y sont reliés. Enfin, on consulte le tableau d'assistance au diagnostic correspondant au code d'anomalie.

Il est très important de penser avant d'agir. On évite ainsi de réaliser des actions inutiles.

1-3 DIAGNOSTIC DU PROBLÈME

Le système informatique exige une approche différente de celle des systèmes mécaniques. Souvent, un problème mécanique est détectable visuellement ou à l'oreille. Comme vous avez pu le constater jusqu'à maintenant, l'analyse des données mémorisées par le micro-ordinateur demande une approche systématique et logique. A partir d'outils de base, comme un analyseur et un multimètre, on peut analyser différents paramètres et circuits électriques.

Diagnostic avec code d'anomalie

Avant de commencer la description de la procédure de diagnostic, il importe de se pencher sur les facteurs qui peuvent entraîner la mémorisation d'un code d'anomalie et l'illumination du témoin. Vous constaterez que la différence essentielle entre les systèmes OBD I et OBD II réside dans les stratégies de diagnostic.

Mémorisation d'un code

Le micro-ordinateur est une « boîte noire » qui gère les signaux d'entrée (capteurs) et de sortie (actionneurs). Il peut détecter un problème aussitôt qu'un des signaux ne correspond plus aux spécifications. Dans un système de diagnostic embarqué OBD I, le micro-ordinateur surveille le fonctionnement et les pannes des différents circuits. Un système de diagnostic embarqué OBD II surveille le fonctionnement, les pannes et le rendement des circuits. Pour qu'un code d'anomalie soit mémorisé dans les deux systèmes de diagnostic embarqué, certaines conditions doivent exister. Ces conditions diffèrent d'un code à l'autre et d'un fabricant à l'autre. Dans le cas du système de diagnostic embarqué OBD I, les numéros de codes et leur signification sont différents d'un fabricant à l'autre. Dans le système de diagnostic embarqué OBD II, les codes sont normalisés, mais les conditions d'inscription en mémoire sont différentes. La figure 1.4 indique les conditions pour que soit mémorisé le code P0122 pour deux fabricants différents.

Figure 1.4 Conditions de mémorisation du code P0122 de deux fabricants

Marque : Chrysler Année: 1997 Modèle : Concorde Moteur : 3,3 I	Marque : Chevrolet Année: 1997 Modèle : Malibu Moteur : 3,11
Code:P0122 Titre : Tension du signal du capteur de position du papillon (TPS) basse	Code:P0122 Titre : Tension du signal du capteur de position du papillon (TPS) basse
Conditions requises pour la mémorisation du code d'anomalie	
— La tension à la borne n° 35 est inférieure à 0,2 V durant 0,704 s. Ou — La vitesse du véhicule est supérieure à 20 mi/h. — Le régime du moteur est supérieur à 1500 tr/min. — La dépression du moteur est de moins de 2 po de Hg alors que la tension du signal du capteur de position du papillon est de moins de 0,5 V durant 0,704 s.	— La clé de contact est à la position d'allumage. — La tension du signal du capteur de position du papillon est inférieure à 0,16V. Les conditions sont présentes durant moins de une seconde.

Dans le système de diagnostic embarqué OBD II, on trouve des codes de type P 1XXX. La plupart des fabricants utilisent ce type de codes pour signaler les problèmes intermittents. La figure 1.5 énumère les conditions de mémorisation des codes P0112 et P 1112 pour le même véhicule.

Application de la démarche de diagnostic

Lors de l'application de la procédure de diagnostic, il est important de toujours choisir le manuel de réparation correspondant à l'année et au modèle du véhicule. Pour s'épargner quelques pas, certains mécaniciens utilisent le manuel de réparation qui se trouve à la portée de main. Cependant, les schémas, la couleur et la position des fils dans les connecteurs peuvent changer d'une année à l'autre pour un même modèle de véhicule.

De plus, on doit consulter; si possible, les bulletins de service. Beaucoup de garages possèdent maintenant une bibliothèque électronique. Dans ces bibliothèques, on trouve des bulletins de service et, dans le cas de la compagnie GM, les numéros des mémoires mortes programmables (PROM). Les bulletins de service indiquent les changements de programmation effectués pour régler certains problèmes, les changements de numéros de pièces, les méthodes de vérification pour un problème spécifique, etc.

Il importe aussi de lire entièrement le tableau d'assistance au diagnostic. La lecture de la description du problème et des conditions de mémorisation d'un code permettent de déterminer le moment où le micro-ordinateur est en mesure de détecter l'anomalie.

Par ailleurs, il faut noter les résultats obtenus à chacune des étapes de vérification. Il ne faut pas oublier que les clients comme les compagnies peuvent poser des questions avant de payer la facture. Certaines compagnies vont jusqu'à refuser le paiement d'une garantie parce que le mécanicien n'a pas rempli le bon de travail correctement. D'autre part, si la réparation ne s'avère pas concluante, on est en mesure de vérifier rapidement chacune des étapes exécutées.

Comme on peut le constater, un rapport doit être le plus clair et le plus explicite possible. On doit résumer chacune des actions effectuées pour régler l'anomalie. De cette façon, on justifie le temps consacré au travail et le remplacement du composant.

Enfin, il est important de toujours commencer au début du processus de résolution de problème (confirmation de la plainte) et de ne jamais se fier à une réparation antérieure faite par un autre mécanicien. Certains clients consultent plusieurs mécaniciens. Un de ces mécaniciens peut avoir provoqué la mémorisation de codes d'anomalie sans les avoir effacés; ces codes pourraient vous diriger sur une fausse piste.

DIAGNOSTIC PAR SYMPTÔMES

Vous savez que l'ordinateur mémorise un code d'anomalie seulement lorsque certaines conditions sont réunies. La formulation d'un diagnostic juste en l'absence d'un code d'anomalie demande une bonne connaissance des six systèmes suivants:

— système électrique;

— système mécanique;

— système d'alimentation en essence;

— système de gestion électronique (entrée, traitement, sortie);

— système d'allumage;

— système antipollution.

II n'y a pas de recette miracle. L'ordre de vérification des systèmes n'est pas nécessairement celui dans lequel ils sont énumérés; tout dépend des symptômes observés. Certains mécaniciens commencent par une mise au point; d'autres optent pour la démarche proposée par le constructeur. C'est ici que l'expérience du mécanicien joue un grand rôle. Tout dépend des renseignements recueillis lors de la confirmation de la plainte.

Reprogrammation de la mémoire

Après avoir corrigé le problème, il faut effectuer la reprogrammation de la mémoire adaptative. La façon de procéder diffère d'un fabricant à l'autre. Depuis l'introduction du système OBD II, certains fabricants ont rendu la reprogrammation possible à l'aide de l'analyseur. Avec le système OBD I, on doit procéder de façon manuelle. Seuls les analyseurs spécifiés par les fabricants de véhicules possèdent une fonction de reprogrammation.

1-4 RÉPARATION

Après avoir posé un diagnostic, on doit exécuter la réparation. Il est très important de conserver tous les composants remplacés.

1-5 CONFIRMATION DE LA RÉPARATION

La confirmation de la réparation permet de s'assurer que la réparation a bien été faite et que le véhicule est en bon état. Elle comporte trois grandes étapes.

Effacement des codes d'anomalie

L'effacement des codes d'anomalie peut se faire à l'aide de l'analyseur ou en débranchant la batterie; il est aussi possible d'effacer les codes en effectuant plusieurs essais de route. Tout dépend du fabricant, du modèle du véhicule et de l'année de fabrication. On doit donc toujours suivre la méthode recommandée par le fabricant.

Vérification visuelle

Après avoir effectué une réparation, il est important de vérifier les différents faisceaux et les composants qui ont été débranchés ou démontés. On doit aussi s'assurer qu'aucun outil ou chiffon ne traîne dans le véhicule. Enfin, la vérification du niveau des fluides exige très peu de temps et dé montre au client que l'on fait un travail professionnel.

Essai de route

Lors de l'essai de route, il est important d'enregistrer les données mémorisées par le micro-ordinateur afin de s'assurer qu'elles sont normales. Généralement, on note les données alors que le véhicule fonctionne au ralenti, à vitesse moyenne (environ 50 km/h) et à vitesse de croisière (100 km/h). Il faut aussi noter tout bruit suspect.

Comme vous le savez, le système OBD II effectue des contrôles des différents circuits de capteurs et de sondes. Il réalise aussi des contrôles concernant le fonctionnement du convertisseur catalytique, du système de recirculation des gaz d'échappement et des sondes d'oxygène. Le résultat de ces contrôles est affiché lorsqu'on sélectionne la fonction de surveillance automatique de l'analyseur.

L'ensemble des vérifications s'effectue durant un essai de route à la condition que tous les critères définis pour la réalisation d'un cycle de conduite soient réunis.

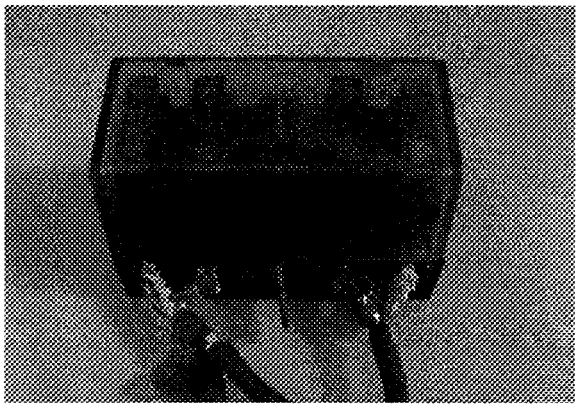
IV- **DIAGNOSTIC ET MESURES CORRECTIVES DES DEFAUTS**

Introduction

La présence de codes d'anomalie dans la mémoire du micro-ordinateur ne permet pas de régler automatiquement tous les problèmes qui perturbent le fonctionnement du groupe moteur. Comme vous le savez, ces codes orientent la recherche vers certains circuits ou certains systèmes sans identifier avec précision l'élément responsable du problème. Par ailleurs, vous savez aussi que certaines anomalies n'entraînent pas la mémorisation d'un code. Pour pouvoir poser un diagnostic juste, il faut donc avoir recours à d'autres méthodes de vérification.

1. Procédure du dépistage des erreurs

• Tout d'abord il faut contrôler l'actionneur correspondant. En cas de signal de commande défectueux il faut contrôler le signal de sortie directement au niveau de l'appareil de commande.
• Si le signal de sortie est correct, il faut contrôler le câblage de l'actionneur.
• Si le signal de sortie est incorrect, il faut contrôler ensuite les signaux d'entrée correspondants.
• Si le signal d'entrée est incorrect, il faut contrôler le signal au niveau du capteur lui-même.
• Si le signal du capteur est correct, il faut effectuer un contrôle de continuité et d'isolation (court circuit) des conducteurs qui sont connectés avec l'appareil de commande.
• Si le capteur ne donne pas un signal correct, le capteur lui-même est la cause de l'erreur ou le capteur est influencé par d'autres composants qui ne fonctionnent pas correctement.
• Cependant il est aussi important de contrôler l'alimentation en courant et la masse de l'appareil de commande, ainsi que l'alimentation des capteurs et actuateurs, car une valeur de tension incorrecte peut altérer les signaux d'entrée et de sortie.
• Si les points mentionnés ci-dessus ne mènent pas à un résultat, il est évident que la périphérie est exempte de défauts et l'erreur devrait consister dans l'appareil de commande. Toutefois il faut faire attention car les erreurs les plus fréquentes se produisent à cause des mauvais contacts dans les connecteurs.

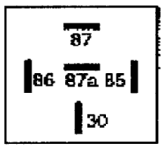
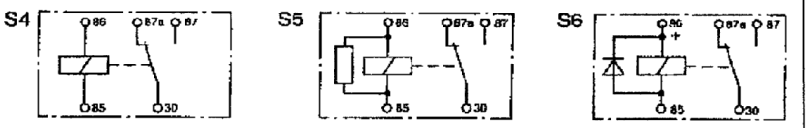
Lors d'un test chez VW on a examiné les défaillances des systèmes électroniques dans le domaine automobile. Les composants électroniques comme transistors, circuits intégrés, modules etc. présentes le moins de pannes. Ils ne représentent que 10% des pannes. Les capteurs et actuateurs sont les suivants dans les statistiques. Ils représentent 15 % des pannes. Les plus grands problèmes sont posés par les raccordements tels que les connecteurs, broches etc. ils présentent 60 % des pannes.	

2. Manutention des systèmes électroniques

• Si le contact est mis, il ne faut pas séparer des connecteurs ou enlever les fiches des modules. Cela est aussi valable pour la fixation et la connexion des fiches car il est possible que des pointes de tension se produisent qui peuvent mener à la destruction des composants.

• Effectuer des mesures de résistance aux capteurs et actuateurs seulement si la fiche est enlevée, car il est possible qu'on endommage les circuits de sortie de l'appareil de commande.
• Il faudrait préférer une mesure de la chute de tension du composant correspondant à la mesure de résistance. La mesure est plus précise et peut être faite même si la fiche est connectée. De cette manière il est plus facile de constater les mauvais contacts.
• Certains connecteurs utilisés dans les véhicules peuvent avoir un revêtement en or. Ces fiches ne doivent pas être connectées avec des fiches étamées parce qu'une pénétration d'humidité peut causer une corrosion rapide et ainsi un endommagement des contacts. Il en résultera des résistances de contact trop élevées.

3. Contrôles de composants de différents relais
3-1 Relais—Mini ISO

Schémas de connexions	Schémas de connexions
	

Contrôle de composant (aucune tension n'est appliquée)

A contrôler	Connecter l'ohmmètre avec les connexions suivantes	Le relais marche bien, si
Bobine	85 et 86	50 – 100 ohms
Contact	30 et 87a	Circuit fermé
	30 et 87	Circuit ouvert
Bobine - Contact	86 et 30	Circuit ouvert
	86 et 87a	Circuit ouvert
	86 et 87	Circuit ouvert

Contrôle
Déconnectez l'ohmmètre; connectez la broche 30 et 85 avec une source de tension continue de 12 \ et la broche 86 avec la masse. Mesurez la tension entre la broche 87 et la broche 86. Si la tension s'élève à 12V. Continuez le contrôle, si la tension n'a pas la valeur indiquée .
Contrôle de composant (aucune tension n'est appliquée)

A contrôler	Connecter l'ohmmètre avec les connexions suivantes	Le relais marche bien, si
Bobine	1 et 2	50 – 100 ohms
Contact	3 et 4	Circuit fermé
	3 et 5	Circuit ouvert
Bobine - Contact	1 et 3	Circuit ouvert
	1 et 4	Circuit ouvert
	1 et 5	Circuit ouvert

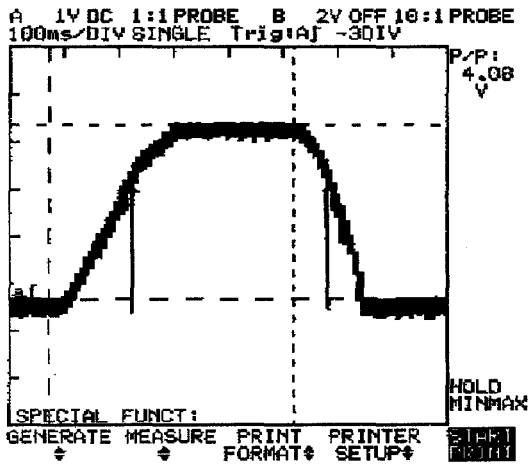
Déconnectez l'ohmmètre; connectez la broche 2 et 3 avec une source de tension continue de 12 V et la broche I avec la masse. Mesurez la tension entre la broche 5 et la broche 1. Si la tension s'élève à 12 V, continuez le contrôle. Si la tension n'a pas la valeur indiquée, remplacez le relais. Séparez la broche 2 de la source de tension et mesurez la tension entre la broche 4 et la broche 1. Si la tension s'élève à 12 V, le relais marche bien. Si la tension n'a pas cette valeur, remplacez le relais.

4- Mesure des capteurs et actuateurs

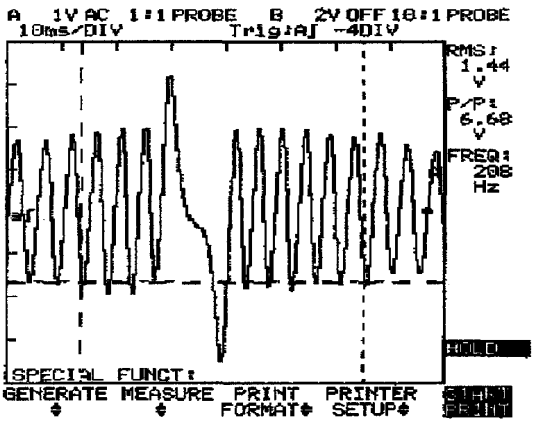
• Il convient de contrôler les signaux des capteurs là où ils sont utilisés, à savoir au niveau l'appareil de commande. Si on reçoit le signal correct, il est sûr que non seulement le capteur mais aussi le câblage avec l'appareil de commande fonctionne sans défaillances.

• D'habitude on prélève les signaux à l'aide d'une boîte à douille, dont le câble en Yest connecté entre l'appareil de commande et la fiche de l'appareil de commande. Si on ne dispose pas d'une boîte de contrôle (Break-Out Box), la mesure est effectué directement au niveau du capteur ou on cherche un accès à l'arrière de la fiche.

4- 1. Contrôler le potentiomètre de papillon des gaz à l'aide de l'oscilloscope

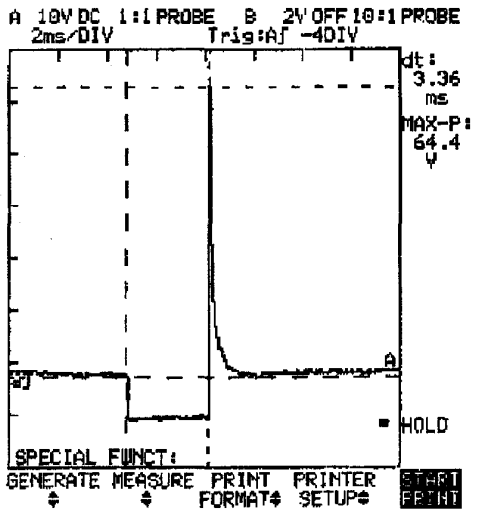
Actionner l'accélérateur une fois jusqu'à la butée (contact mis) et puis relâcher (la sonde rouge est connectée au signal du capteur et la sonde noire à la masse du capteur). Il devrait en résulter une courbe comme représentée dans l'image ci-contre. Si la courbe comporte des crêtes de parasites ou si des chutes dirigées vers le bas apparaissent comme dans l'image ci-contre, le potentiomètre de papillon des gaz est défectueux.	

4-2. Contrôler le capteur de position et de vitesse de rotation du moteur à l'aide de l'oscilloscope

Connecter les deux sondes de me avec le capteur. La mesure est effectuée à la vitesse du démarreur, Il en résulte un oscillogramme comme représenté dans la figure ci-contre. La pointe de tension et l'intervalle plus large se produisent à cause de la dent manquante sur le pignon de vilebrequin. La forme du signal devrait être uniforme.	

4-3 Contrôler le signal d'injection à l'aide de l'oscilloscope

La pointe de tension est caractéristique du contrôle de l'injecteur. Le contrôle est effectué en connectant la sonde de mesure rouge avec le fil de commande de l'injecteur (commande par la masse). La sonde de mesure noire est connectée avec la masse.
En cas de moteur chaud et au ralenti, la courbe est à peu près comme présenté dans la figure ci-contre.
Si lors de cette situation de fonctionnement le temps d'injection est clairement trop long (>4,5 ms par exemple), le mélange air/carburant peut être trop pauvre. Un contrôle du signal de la sonde lambda et peut-être de la commande du moteur est nécessaire.



5- VÉRIFICATION DU MOTEUR

L'aspect mécanique du moteur est l'une des choses que l'on oublie souvent. On accuse souvent trop rapidement le système d'injection électronique d'être responsable des problèmes de fonctionnement du moteur. Or, un moteur dont la mécanique est mal en point peut causer beaucoup d'émissions polluantes. Ainsi, le taux d'hydrocarbures est alors relativement élevé et le micro- ordinateur est incapable de corriger la situation.

5-1 GAZ D'ÉCHAPPEMENT

Vous avez déjà eu l'occasion d'utiliser un analyseur de gaz d'échappement. Cet appareil permet de diagnostiquer plus rapidement l'état du moteur. Le tableau de la figure 2.1 contient un rappel de la composition et de la provenance des différents gaz polluants.

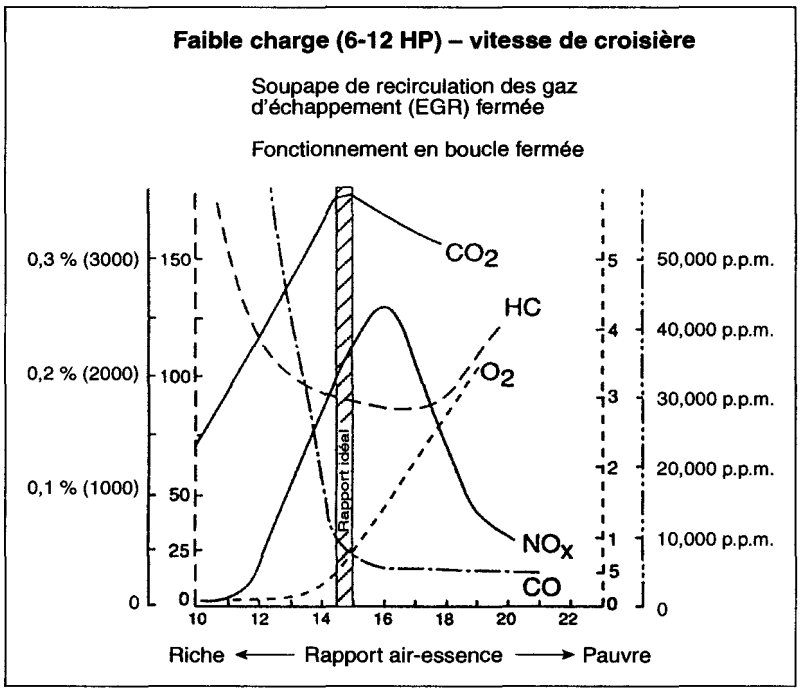
L'analyse des gaz d'échappement permet une vérification rapide des différents systèmes de contrôle des émissions polluantes.

Comme l'indique la figure 2.2, lorsqu'un moteur fonctionne bien, les taux de monoxyde de carbone (CO), d'hydrocarbures (HC), d'oxydes d'azote (NOs) et d'oxygène (02) devraient être bas. Au contraire, le taux de dioxyde de carbone (CO devrait être très élevé (supérieur à 14 %).

Figure 2.1 Composition, provenance et effets des gaz d'échappement

GAZ	COMPOSITION	PROVENANCE	EFFETS SUR LA SANTE ET L'ENVIRONNEMENT
Hydrocarbures (HC)	Les hydrocarbures sont constitués d'atomes d'hydrogène et de carbone.	es hydrocarbures sont le résultat d'une mauvaise combustion de l'essence dans le moteur. Les vapeurs d'huile sont aussi des hydrocarbures.	Lorsqu'ils sont relâchés dans l'atmosphère, ils s'associent avec d'autres gaz polluants pour former le smog. Ils dégagent des odeurs et sont très dangereux pour la santé.
Dioxyde de carbone (C0)	Les molécules de dioxyde de carbone sont constituées d'un atome de carbone et de deux atomes d'oxygène.	Le CO est un sous- produit d'une combustion parfaite. Les hydrocarbures et l'oxygène sont bien dosés et bien mélangés.	Le CO en faible quantité est non toxique. Nous produisons du C0 par notre respiration. Il contribue néanmoins à l'effet de serre.
Monoxyde de carbone (CO)	Le monoxyde de carbone est constitué d'un atome de carbone et d'un atome d'oxygène.	Le monoxyde de carbone est le résultat d'une mauvaise combustion. Un poêle à bois peut produire du monoxyde de carbone	Le CO ne dégage aucune odeur, n'a aucun goût et est sans couleur. Il est très dangereux pour la santé. (Voir figure 2.2.). Il contribue à l'effet de serre et modifie le climat planétaire.
Oxydes d'azote (NOx)	Les molécules d'oxydes d'azote sont constituées d'un atome d'azote et d'un ou de plusieurs atomes d'oxygène. (Le « x » signifie le nombre variable d'atomes d'oxygène.)	Les oxydes d'azote sont produits par l'élévation de température dans la chambre de combustion (au-dessus de 1370 oc ou 2500 °F).	Les NO comptent parmi les éléments les plus nocifs et dommageables. Ils sont connus comme des poisons capillaires, car ils provoquent une rapide paralysie centrale en se combinant à l'hémoglobine du sang. Ils forment un gaz rouge ou brun dégageant une forte odeur piquante qui irrite les poumons et attaque les tissus.

Figure 2.2 Teneur des gaz d'échappement pour différents mélanges



5-2 CONTRÔLE DE LA COMPRESSION

Le contrôle de la compression est l'une des étapes importantes lors de la pose d'un diagnostic. Un moteur possédant un taux de compression peu élevé, des segments de piston usés ou un lobe d'arbre à cames usé fait augmenter les émissions d'hydrocarbures et de monoxyde de carbone. On peut contrôler la compression à l'aide d'un compressiomètre ou d'un oscilloscope. Il est très important de suivre la bonne démarche; voici un rappel de la marche à suivre pour mesurer la compression dans les cylindres.

Contrôle de la compression statique à l'aide d'un compressiomètre

1. S'assurer que la batterie est chargée à pleine capacité. Une batterie dont la charge est faible ou qui ne conserve pas sa charge entraîne une différence dans le régime du moteur au lancement. La quantité d'air admise n'est alors pas la même, ce qui fait varier le taux de compression.

   La température du moteur devrait idéalement correspondre à sa température normale de fonctionnement.

2. À l'aide d'un pistolet à air comprimé, souffler un jet d'air tout autour des bougies afin d'éliminer les particules d'impuretés. Enlever toutes les bougies.

3. Bloquer, en position d'ouverture maximale, le volet d'admission d'air ou le papillon des gaz. Cela permet d'admettre une pleine charge d'air dans le cylindre.

4. Neutraliser le système d'allumage et le système d'injection électronique. Dans la plupart des cas, le système d'injection est neutralisé lorsqu'on débranche le module d'allumage. Cette précaution empêche l'essence de s'accumuler dans les cylindres pendant la prise de compression.

5. Introduire le compressiomètre dans l'orifice d'une bougie. Lancer le moteur jusqu'à ce que l'aiguille du compressiomètre ne s'élève plus.

   Il est important de noter la lecture de la première pulsation et de la dernière. Un lobe d'arbre à cames usé peut être détecté en comparant les premières pulsations de chaque cylindre. La première pulsation du cylindre touché sera plus élevée de 20 %.

6. Si un problème est détecté, ajouter deux ou trois giclées d'huile dans le cylindre dont la lecture est anormale et recommencer l'étape 5.

Interprétation des résultats

Le moteur est en bon état si la compression s'effectue rapidement et uniformément jusqu'à 689 kPa. La compression dans le cylindre dont l'indication est la plus basse ne doit pas avoir une valeur de moins de 70 % de l'indication la plus élevée.

On peut soupçonner l'usure des segments de pistons, des pistons ou des cylindres lorsque la compression est faible à la première course et qu'elle a tendance à augmenter pendant les courses suivantes sans atteindre sa valeur normale. Les lectures s'améliorent après l'addition d'huile.

Des problèmes concernant les soupapes sont révélés par une lecture faible à la première course lecture qui n'a pas tendance à augmenter pendant les courses suivantes. Les lectures s'améliorent très peu après l'addition d'huile.

Lorsque la compression de deux cylindres adjacents est basse et que l'on constate la présence d'antigel ou d'huile sur la bougie, on peut en conclure que la culasse ou le joint de culasse est bris près de ces cylindres. Enfin, une compression supérieure aux spécifications signale l'accumulation de carbone dans la chambre de combustion.

5-3 VÉRIFICATION DES SYSTÈMES ANTIPOLLUTION

L'analyseur de gaz d'échappement permet de détecter un problème mécanique du moteur, mais aussi de vérifier le fonctionnement de tous les systèmes antipollution.

5-3-1 SYSTÈME D'INJECTION D'AIR

Rappelons que le système d'injection d'air permet de réduire les taux d'hydrocarbures (HC) et de monoxyde de carbone (GO) émis dans l'atmosphère en propulsant dans le système d'échappement approximativement 5 lb/po d'air. Cette quantité d'oxygène supplémentaire mélangée aux gaz chauds permet de continuer le cycle de combustion dans le système d'échappement. Il en résulte une baisse d'émissions d'hydrocarbures et de monoxyde de carbone.

5-3-2 CONVERTISSEUR CATALYFIQUE

Le convertisseur catalytique est l'un des composants majeurs du système antipollution. Grâce à un procédé chimique, il transforme les hydrocarbures (HC) et le monoxyde de carbone (CO) en dioxyde de carbone (C0 et en eau (H Lorsque le convertisseur catalytique fonctionne adéquatement avec un rapport air essence de 14,7: 1, les émissions d'hydrocarbures (HC) et de monoxyde de carbone (CO) sont presque nulles.

Vérification

Pour effectuer la vérification du convertisseur catalytique, il suffit de couper l'allumage à l'un des cylindres. Un convertisseur catalytique en bon état devrait pouvoir oxyder la plus grande partie des hydrocarbures provenant du cylindre touché. Ainsi la concentration d'hydrocarbures (HC) ne devrait pas dépasser 800 p.p.m.

5-3-3 SOUPAPE DE RECYCLAGE DES GAZ DU CARTER (PCV)

La soupape de recyclage des gaz du carter est l'un des premiers dispositifs antipollution à avoir été installés dans les voitures. Ce dispositif fit son apparition dans les années 60. La soupape de recyclage des gaz du carter aspire les émanations qui se trouvent dans le carter, émanations qui pro viennent des fuites de gaz dans les cylindres.

Fonctionnement

La soupape de recyclage des gaz du carter joue en fait le rôle d'une fuite contrôlée de la dépression qui fait passer les gaz du carter à la tubulure d'admission. Ces gaz sont réadmis dans la chambre de combustion pour y être brûlés. Une soupape endommagée ou qui fonctionne mal peut causer des problèmes de ralenti, d'odeur, d'encrassement et de surconsommation d'huile. On remarque aussi une augmentation des émissions d'hydrocarbures (HC) et de monoxyde de carbone (GO) allant de moyenne à élevée.

Vérification

Pour procéder à la vérification de l'état de la soupape de recyclage des gaz du carter à l'aide de l'analyseur de gaz d'échappement, il s'agit de prendre trois lectures:

— après le réchauffement du moteur;

— après avoir débranché la soupape du carter en la laissant reliée au boyau de dépression;

- après avoir bouché la soupape.

Lorsqu'on débranche la soupape de recyclage des gaz du carter, le taux de monoxyde de carbone (GO) devrait baisser de 1 à 1,5 % par rapport à la concentration de départ. Le boyau de dépression aspire de l'air frais, ce qui entraîne un rapport air-essence plus pauvre.

Si le niveau de monoxyde de carbone (GO) augmente de plus de 1,5 %, cela suggère une contamination de l'huile du carter. Un changement d'huile est recommandé. Enfin, si l'on ne remarque aucun changement, il faut vérifier si le boyau de dépression est obstrué. S'il ne l'est pas, on doit changer la soupape.

Lorsqu'on bouche la soupape, il devrait y avoir une légère augmentation du taux de monoxyde de carbone (GO) par rapport à la valeur de départ. Gela est causé par un enrichissement du mélange air essence. Le taux de dioxyde de carbone (GO devrait diminuer légèrement, tandis que celui d'hydrocarbures (HC) devrait rester le même. Enfin, le régime du moteur ne devrait pas varier de plus de 150 tr/min.

5.3-4 VÉ1UFICATI0N DE LA SONDE D'OXYGÈNE

Comme le montre la figure 2.38, la tension du signal de la sonde d'oxygène varie lorsque le rapport air essence est trop riche (le signal monte à près de 1 V) ou trop pauvre (le signal descend à près de O V). Cette variation de tension permet à l'ordinateur de modifier le mélange air essence pour maintenir un rapport de 14,7: 1.

La sonde d'oxygène se trouve à la sortie du moteur, sur le système d'échappement. Il existe des sondes munies d'un élément chauffant leur permettant d'atteindre plus rapidement leur température de fonctionnement, qui se situe à 400 °C

PROBLÈMES CAUSÉS PAR UNE SONDE D'OXYGÈNE DÉFECFUEUSE

Une sonde d'oxygène défectueuse peut provoquer les problèmes suivants:

— ralenti irrégulier;

_ Odeur excessive;

DIAGNOSTIC DE L'ÉTAT DE LA SONDE D'OXYGÈNE

Le diagnostic de l'état de la sonde d'oxygène n'est pas chose facile. Le micro-ordinateur du système OBD I analyse le signal de la sonde d'après les critères suivants (figure 2.43).

- La tension de la sonde varie de plus de 200 mV: fonctionnement normal.

- La tension de la sonde se maintient à moins de 300 mV pendant un temps déterminé : code d'anomalie signalant un mélange pauvre.

- La tension de la sonde demeure à plus de 600 mV pendant un temps déterminé: code d'anomalie signalant un mélange trop riche.

— La variation de la tension de la sonde se situe entre 0,3 et 0,6 V après un certain temps de fonctionnement du moteur: code d'anomalie signalant un problème de la sonde d'oxygène.

Il est à noter que le temps requis avant la mémorisation d'un code d'anomalie varie d'un fabricant à l'autre.

Le micro-ordinateur du système OBD I ne contrôle pas le temps de réaction de la sonde d'oxygène. Le temps de réaction devrait toutefois être de moins de 120 ms lorsque le mélange passe de pauvre à riche et de 100 ms lorsqu'il passe de riche à pauvre. Une sonde contaminée par de l'antigel, de l'huile ou des vapeurs de silicone peut provoquer la mémorisation d'un code d'anomalie correspondant à un mélange trop riche ou forcer le micro-ordinateur à appauvrir le mélange alors que celui-ci devrait être enrichi.

Le système OBD II, lui, analyse le temps de réaction de la sonde. La vitesse de réaction de la sonde d'oxygène est un facteur important à la fois pour le diagnostic de son état et pour le fonctionne ment du moteur, même pour un véhicule possédant un système de gestion OBD I. Pour analyser le temps de réaction d'une sonde d'oxygène, il faut respecter certaines règles, que vous découvrirez en effectuant les exercices suivants.

GUIDE TRAVAUX PRATIQUES

TP N °1 : Utilisation d'un appareil de diagnostic pour l'enregistrement de données

Durée: 45 minutes

Objectif: S'initier à l'utilisation de la fonction d'enregistrement d'un appareil de diagnostic

Matériel requis:
- véhicule ou moteur sur banc muni d'un système de gestion OBD I ou OBD II
— d'un appareil de diagnostic
— manuel de réparation
— matériel de protection individuelle
— matériel de protection du véhicule

Marche à suivre
1. Notez les caractéristiques du véhicule.
Marque:
Modèle:
Année:
Cylindrée:
2. Raccordez l'analyseur au connecteur de diagnostic.
3. Démarrez le véhicule et sélectionnez la fonction d'enregistrement.
4. Demandez à un collègue de débrancher et de rebrancher le plus rapidement possible l'un des capteurs du véhicule (papillon des gaz, température du moteur, collecteur d'admission, débitmètre massique, tuyau de dépression du collecteur d'admission, etc.).
5. Au moment où le témoin d'anomalie s'allume ou que le comportement du moteur change, appuyez sur la touche « enregistrement » (record).
6. Arrêtez le moteur.
7. Analysez les données enregistrées.
a) Quel composant est en cause?
b) S'il y a eu mémorisation d'un code, inscrivez-le.
c) À quel cliché (frame) le problème est-il survenu?
d) À quel cliché (frame) le problème a-t-il disparu?

TP N °2 : Utilisation d'un analyseur pour la lecture des données instantanées

Durée: 45 minutes

Objectif: Se familiariser avec le fonctionnement de la fonction de saisie des données instantanées.

Matériel requis:
- véhicule ou moteur sur banc muni d'un système de gestion OBD II
— analyseur
— manuel de réparation
— testeur d'étincelles ST 125 ou l'équivalent
— matériel de protection individuelle
— matériel de protection du véhicule

Marche à suivre
1. Notez les caractéristiques du véhicule assigné.
2. Soulevez les roues motrices du véhicule et installez des chandelles. Assurez-vous que les pneus ne touchent pas le sol.
3. Démarrez le moteur et amenez-le à sa température normale de fonctionnement.
4. Arrêtez le moteur et débranchez le connecteur du capteur de position du papillon des gaz (TPS).
5. Redémarrez le moteur et attendez une minute.
- Certains fabricants exigent que la transmission automatique soit engagée et que les roues tournent pour qu'un code d'anomalie soit mémorisé.
6. Lorsque le témoin d'anomalie s'allume, sélectionnez la fonction d'affichage des codes d'anomalie.
Code affiché: _____
7. Faites afficher les données instantanées et inscrivez-les dans un tableau
8. Arrêtez le moteur et rebranchez le capteur de position du papillon des gaz (TPS).
9. Placez l'interrupteur d'allumage à la position d'allumage (ICN) sans démarrer le moteur. Vérifiez, à l'aide de l'analyseur, si le branchement a été fait correctement.
10. Déconnectez un fil de bougie. Installez le testeur d'étincelles et démarrez le moteur.
11. Embrayez le véhicule, tout en appliquant légèrement les freins. Attendez que le témoin d'anomalie s'allume.
12. Placez la transmission au point mort et arrêtez le moteur.
13. Placez l'interrupteur d'allumage à la position d'allumage (IGN) sans démarrer le moteur.
14. Notez, en utilisant la fonction d'affichage des codes d'anomalie, le ou les codes mémorisés.
Code(s):

TP N °3 : Exécution de contrôles préliminaires

Durée : 45 minutes.

Objectif: Effectuer les vérifications préliminaires liées à un problème.
Matériel requis:
- véhicule ou moteur sur banc
— pile à carbone
— dépressiomètre
— multimètre
— manuel de réparation du véhicule
— matériel de protection individuelle
— matériel de protection du véhicule
Marche à suivre
1. Inscrivez les caractéristiques du véhicule dans le tableau de la figure 1.
2. Procédez à une vérification visuelle et remplissez le tableau de la figure 1.
Figure 1

Vérification visuelle			
Marque : _____		Année : _____	
Modèle : _____		Moteur : _____	
Composants	Bon	À changer	À réparer (spécifier)
Branchements électriques			
Tuyaux de dépression			
Conduites d'admission			
Filtre à air			
Courroies			
Fils de bougies			
Commentaires : _____			

3. Débranchez la batterie et branchez la pile à un chargeur de batteries.

Pour ne pas perdre les données stockées dans les différentes mémoires, vous pouvez utiliser un petit chargeur de batterie. Branchez le pôle négatif sur le bloc-moteur et le pôle positif sur la borne positive de l'alternateur. N'oubliez pas d'isoler les cosses de la batterie. Il existe

aussi des adaptateurs qui fonctionnent à l'aide d'une pile de 9 V, que l'on connecte dans l'allume-cigarette.
4. À l'aide du manuel de réparation, cherchez les spécifications de vérification de la batterie et transcrivez-les dans le tableau de la figure 1.11.
5. Notez la tension de la batterie (figure 1.11).
6. Appliquez la tension pour l'essai de charge (load test) durant 15 secondes. Si cette donnée n'est pas précisée, appliquez la moitié de la puissance nominale de démarrage à froid (cold cranking amperage: CCA/2). La tension, à une température de 21 oc, ne devrait pas baisser au- dessous de 9,6 V. Notez le résultat dans le tableau de la figure 1.11.
7. Rebranchez la batterie.
Figure 1.11

Vérification de la batterie		
	Spécifications du fabricant	Résultats de la vérification
Tension de la batterie à vide (f.é.m.)		
« CCA »		
Charge appliquée *(load test* ou *« CCA »/2)*		
Chute de tension à l'application de la charge		
Commentaires : _____		

8. Branchez la pince ampèremétrique sur le fil de sortie de l'alternateur.
9. Démarrez le moteur et maintenez le régime entre 1500 et 2000 tr/min.
10. Notez la chute de tension à l'alternateur et reportez cette lecture dans le tableau de la figure 1.12.
11. À l'aide de la pile à carbone, appliquez une charge à la batterie jusqu'à ce que la tension soit égale à 13V.
12. Relevez l'intensité à la sortie de l'alternateur et reportez votre lecture dans le tableau de la figure 1.12. Enlevez la charge appliquée à la batterie.
13. Sélectionnez l'échelle de 2 V sur le multimètre. Branchez-le entre le boîtier de l'alternateur et la borne négative (—) de la batterie. Relevez la chute de tension et reportez la lecture dans le tableau de la figure 1.12.

14. Branchez le multimètre entre la sortie positive (+) de l'alternateur et la borne positive (+) de la batterie. Reportez la lecture obtenue dans le tableau de la figure 1.12.
Figure 1.12

Vérification du système de charge		
	Spécifications du fabricant	Résultats de la vérification
Intensité maximale		
Tension maximale		
Chute de tension dans le fil positif		
Chute de tension dans le fil négatif		
Commentaires :		

15. Arrêtez le moteur.
16. Débranchez le module d'allumage ou les injecteurs.
17. Installez la pince ampèremétrique autour du fil positif (+) du démarreur.
18. Lancez le moteur et notez la lecture d'intensité et la chute de tension au démarreur dans le tableau de la figure 1.13.

Figure 1.13

Vérification du système de démarrage		
	Spécifications du fabricant	Résultats de la vérification
Intensité maximale au démarreur		
Chute de tension à la batterie au démarrage		
Chute de tension dans le fil positif		
Chute de tension dans le fil négatif		
Commentaires :		

19. Sélectionnez l'échelle de 2 V sur le multimètre. Branchez-le entre la borne positive (+) de la batterie et la borne positive (+) du démarreur.
20. Lancez le moteur et notez la chute de tension dans le fil positif (+) dans le tableau de la figure 1.13.
21. Branchez le multimètre entre la borne négative (—) de la batterie et le corps du démarreur.
22. Lancez le moteur et notez la chute de tension dans le fil négatif (—) de la batterie.
23. Notez vos commentaires (figure 1.13).
24. Effectuez le rebranchement de toutes les connexions.
25. Branchez le dépressiomètre sur le collecteur d'admission.
26. Démarrez le moteur et maintenez le régime à 1500 tr/min pendant deux minutes.
27. Laissez tourner le moteur au régime de ralenti.
28. Effectuez la vérification mécanique du moteur et notez toute anomalie dans le tableau de la figure 1.14.

Vérification mécanique	
	Description
Bruit	
Odeur	
Analyse des valeurs du dépressiomètre	

TP N °4: Diagnostic d'une anomalie accompagnée d'un code permanent-système OBD I

Objectif: Diagnostiquer une anomalie signalée par un code permanent dans un système OBDI.
Durée: 1 heure
Matériel requis:
- véhicule ou moteur sur banc d'un fabricant nord-américain muni d'un système OBD I
— analyseur
— multimètre
- manuel de réparation
— matériel de protection individuelle
— matériel de protection du véhicule
Marche à suivre
1. Raccordez l'analyseur et notez le code d'anomalie qui s'affiche ainsi que sa signification.
Code: _____
Signification:
2. Après avoir consulté le manuel de réparation approprié, réalisez la procédure de diagnostic concernant le code permanent mémorisé.
3. Rédigez un rapport indiquant les contrôles réalisés ainsi que les résultats obtenus. Indiquez également vos conclusions sur la source du problème et les actions à faire pour le corriger.

TP N °5: Diagnostic d'une anomalie accompagnée d'un code permanent–système OBD II

Durée: 1 heure

Objectif: Diagnostiquer une anomalie signalée par un code permanent dans un véhicule muni d'un système OBD II.

Matériel requis:
— véhicule ou moteur sur banc muni d'un système OBD II
— analyseur
— multimètre
— manuel de réparation
— matériel de protection individuelle
— matériel de protection du véhicule

Marche à suivre

1. Raccordez l'analyseur et notez le code d'anomalie qui s'affiche ainsi que sa signification.
Code: _____
Signification:
2. Réalisez la procédure de diagnostic concernant le code permanent mémorisé.
3. Rédigez un rapport indiquant les contrôles réalisés ainsi que les résultats obtenus. Indiquez également vos conclusions sur la source du problème et les actions à faire pour le corriger.

Faites vérifier votre travail.
Utilisation correcte des appareils
Exécution des vérifications préliminaires
Choix du bon manuel de réparation
Vérification des bulletins de service
Interprétation juste du tableau d'assistance au diagnostic
Effacement des codes
Production d'un rapport clair et précis
Propreté du véhicule

TP N °6 : Diagnostic d'une anomalie intermittente accompagnée d'un code du systèmeOBD II

Durée: 1 heure

Objectif: S'initier au diagnostic d'une anomalie signalée par un code intermittent.
Matériel requis:

- véhicule ou moteur sur banc muni d'un système OBD II
— analyseur
— multimètre
— manuel de réparation
— matériel de protection individuelle
— matériel de protection du véhicule
Marche à suivre
1. Raccordez l'analyseur et notez le code d'anomalie qui s'affiche ainsi que sa signification.
Code: _____
Signification:
2. Réalisez la procédure de diagnostic concernant le code intermittent mémorisé.
3. Rédigez un rapport indiquant les contrôles réalisés ainsi que les résultats obtenus. Indiquez également vos conclusions sur la source du problème et les actions à faire pour le corriger.

TP N °7 : Contrôle de la compression statique à l'aide d'un compressiomètre.

Durée: 45 minutes.

Objectif: Effectuer correctement la prise de compression d'un moteur.

Matériel requis:
— véhicule ou moteur sur banc en état de marche
— manuel de réparation
— compressiomètre
— matériel de protection individuelle
— matériel de protection du véhicule
Marche à suivre
1. Amenez le moteur à sa température normale de fonctionnement.
2. Débranchez tous les fils de bougies.
3. Ne le système d'allumage et le système d'injection électronique.
4. À l'aide d'un jet d'air comprimé, nettoyez le contour des bougies.
5. Démontez toutes les bougies.
6. Effectuez la prise de compression et remplissez le tableau de la figure 2.12. Utilisez de l'huile au besoin pour vérifier une lecture anormale.
Figure 2.12

Marque : _____ Année : _____

Modèle : _____ Moteur : _____

Cylindre	1	2	3	4	5	6
Première pulsation à sec						
Dernière pulsation à sec						
Pulsation humide (à l'huile)						

Commentaires : _____

TP N °8 : Contrôle de là compression dynamique à l'aide d'un compressiomètre.

Durée: 45 minutes.

Objectif: Effectuer une prise de compression dynamique à l'aide d'un compressiomètre.

Matériel requis:
- véhicule ou moteur sur banc en bon état (quatre cylindres)
— compressiomètre
— matériel de protection individuelle
— matériel de protection du véhicule

Marche à suivre

1. Nettoyez le contour des bougies.
2. Démontez une bougie et branchez le fil de la bougie à la masse. Débranchez l'injecteur.
3. Installez le compressiomètre.
4. Démarrez le véhicule.
5. Purgez le compressiomètre.
6. Laissez tourner le moteur au ralenti.
7. Relevez la lecture et inscrivez-la dans le tableau de la figure 2.13.
8. Arrêtez le moteur et installez la bougie.
9. Recommencez les étapes 2 à 8 pour chacun des cylindres.

figure 2.13.

Cylindre	1	2	3	4
Lecture				
Commentaires : _____				

TP 9 : Processus de résolution de problème

Durée: 1 heure
Objectif: Diagnostiquer une anomalie signalée par un code permanent dans un véhicule muni d'un système OBD II.

Matériel requis:
— véhicule ou moteur sur banc muni d'un système OBD II
— analyseur
— multimètre
— manuel de réparation
— matériel de protection individuelle
— matériel de protection du véhicule

1- La lecture des codes défaut réalisé sur un moteur à essence indique un code actuel de sonde de température d'air en court circuit et un code historique identique.
Indiquez les éléments qui pourraient être mis en cause dans l'ordre le plus plausible

2- Pour contrôler le capteur lui même, je réalise les essais suivants:

3- Une défaillance de cette sonde peut elle influencer la puissance du moteur?
OUI-NON

4- Pourquoi l'unité de commande mesure t-elle la température de l'air?
Je mesure sur un moteur catalysé, 0,1 % de Co, 15,6% de Co 12 ppm et 0,1 % d'0 La sonde Lambda indique une tension qui varie entre 10 et 20 mV. Quelle peuvent être les causes ?

5- Quels contrôles vais-je réaliser pour identifier la cause réelle?

6- Relevez, au ralenti, les paramètres suivants à l'aide de l'outil de diagnostic.

	Valeurs mesurées	Correct ou non?
Vitesse de rotation du moteur		
Pression absolue dans le collecteur		
Signal de capteur position pédale acc.		
Signal de pédale relâchée		
Point d'avance		
Température d'air		
Température d'eau		

Lorsque la vitesse du moteur augmente, la pression dans le collecteur……
Les valeurs mesurée indiquent une défaillance de……
Cette défaillance est elle confirmée par un code défaut? OUI – NON

TP N°10 : Diagnostic d'un système d'injection essence et relevé du signal des injecteurs

Durée: 2 heure

Objectif: Relever le signal des injecteurs

Matériel requis:
— véhicule ou moteur sur banc muni d'un système OBD II
— analyseur
— multimètre
— manuel de réparation
— matériel de protection individuelle
— matériel de protection du véhicule

1. Cet exercice se fait à l'oscilloscope
• Brancher l'oscilloscope pour contrôler le signal des injecteurs 1 et 3.
• Comment effectuez-vous le branchement?
• Mettre le moteur en marche
• Indiquez les mesures dans les cas suivants:
• Moteur froid, dès la mise en marche, le temps d'injection est de
• Moteur à 85°c, le temps d'injection est de :
• En donnant des coups d'accélérateur et en relâchant, donnez les valeurs extrêmes: li max = ti minimum
Cet exercice peut se faire également pour les cylindres 2 et 4
2. Dessinez la forme du signal obtenu sur l'écran de l'oscilloscope:
Indiquez:
• La tension de crête V
• La tension de maintien V
• La base de temps employée: mS ou S /division

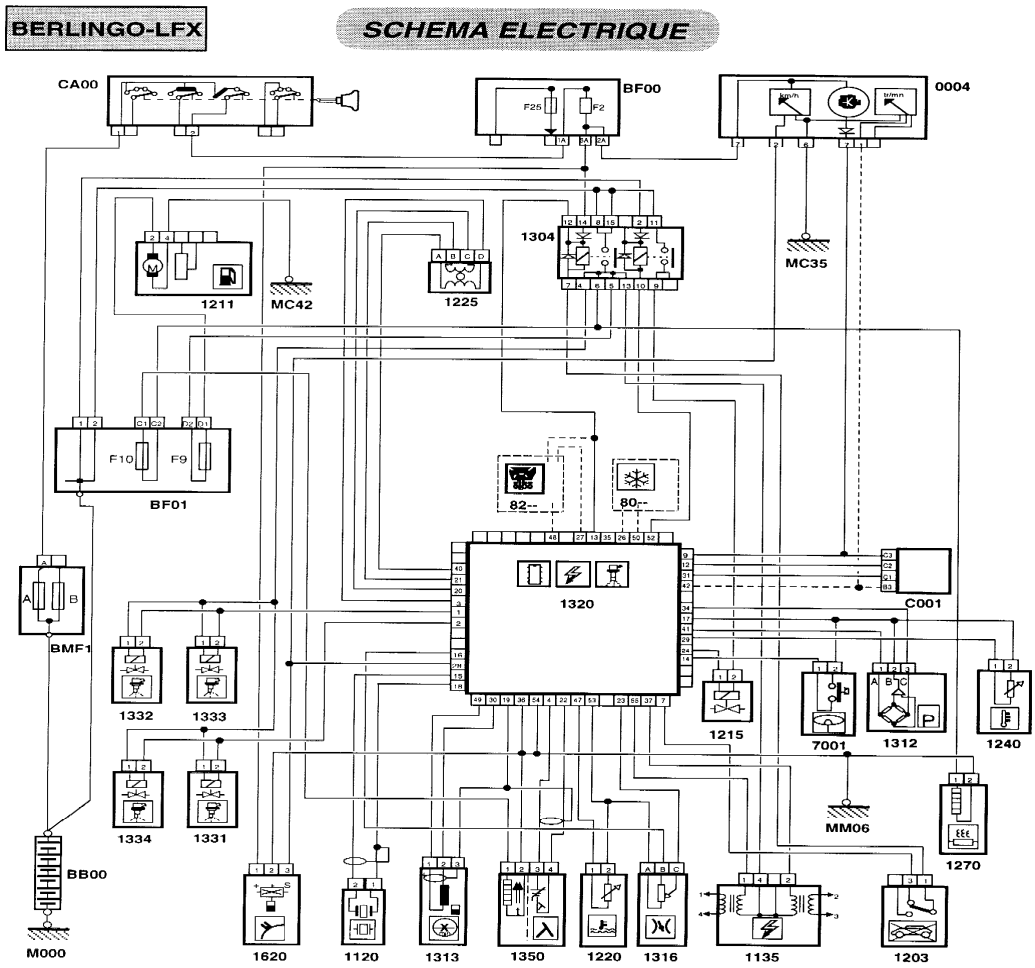
3. Coloriez sur le schéma ci-dessous en bleu les capteurs passifs, en vert les capteurs actifs
4 Citez la différence entre un défaut permanent et un défaut non permanent. Indiquez de quelle façon la valise distingue ses deux états.

5. Indiquez les défauts que peut enregistrer le calculateur.

6. Indiquez suite à la mesure de paramètres pourquoi la (ou les) sonde(s) lambda sont en bon état.

7. Complétez le tableau ci-dessous.

	Conditions de mesure	Valeurs de références	Valeurs Relevées	Conclusions
Paramètres mesurés				



BB00 : Batterie	1203 : Contacteur à inertie	1316 : Potentiomètre papillon
BF01 : Boîte fusibles du compartiment moteur	1211 : Pompe jauge à carburant	1320 : Calculateur
	1215 : Electrovanne de purge canister	1331 à 1334 : Injecteurs
BF00 : Boîtier fusibles	1220 : Sonde de température eau	
BMF1 : Boîtier maxi fusibles	1225 : Moteur pas à pas	1350 : Sonde à oxygène
CA00 : Contacteur antivol distance	1240 : Sonde de température d'air	1620 : Capteur de
C001 : Prise centralisée direction assistée	1270 : Résistance réchauffage du boîtier papillon	7001 : mano contact
0004 : Bloc compteur		80-- : Vers climatisation
1120 : Capteur cliquetis démarrage codé	1304 : Relais injection	82-- : Vers anti-
1313 : Capteur régime moteur	1312 : Sonde de pression d'air	

8. Repassez sur le schéma page 4 le circuit primaire d'allumage.
9. Indiquez le type d'allumage monté, et justifiez votre réponse.
10. Tracez la forme du signal du capteur 1313 sachant qu'il est de type inductif, légendez les axes.
11. Tracez la forme du signal du capteur 1620 sachant qu'il est du type à effet hall, légendez les axes.
12. Justifiez l'intérêt de ce type de test.
13. Dessinez la courbe relevée, nommez les axes.